

Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi

(*Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences*)

e-ISSN: 2667-7733

Sahibi/Publisher

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Prof.Dr. Nihat DEMİREL, Dekan

On behalf of the **Faculty of Agriculture, Hatay Mustafa Kemal University**
Prof.Dr. Nihat DEMİREL, Dean

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Dergi Yayın Kurulu Başkanlığı
31034 Antakya-Hatay/TURKIYE
Tel: (+90).326.2455845
Fax: (+90).326.2455832
e-mail: zfdergi@mku.edu.tr

"Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi" yılda üç sayı olarak yayınlanmakta olup,

"CLARIVATE (Web of Science Master Journal List), ULAKBİM TR DİZİN, CABI (CAB Abstracts ve Global Health), EBSCO Discovery, Scientific Indexing Services (SIS), Directory of Research Journals Indexing (DRJI), Crossref, Advanced Sciences Index (ASI), Information Matrix for the Analysis of Journals (MIAR), I2OR, Google Scholar, Index Copernicus International, Index Medicine ve EuroPub" veri tabanları tarafından dizinlenmektedir. Her makale en az 2 hakem tarafından incelenmektedir.

"Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi" yayınlanmaya kabul edilen makalelerden **"Makale İşlem Ücreti"**nin yanı sıra sayılara erişim için abonelik ücreti talep etmeyen **"açık erişimli"** bir dergidir.

"Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences" is published three a year and abstracted/indexed in **"CLARIVATE (Web of Science Master Journal List), ULAKBİM TR DİZİN, CABI (CAB Abstracts ve Global Health), EBSCO Discovery, Scientific Indexing Services (SIS), Directory of Research Journals Indexing (DRJI), Crossref, Advanced Sciences Index (ASI), Information Matrix for the Analysis of Journals (MIAR), I2OR, Google Scholar, Index Copernicus International, Index Medicine ve EuroPub"** databases. Each manuscript is evaluated by at least two reviewers.

"Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences" is an **"open access"** journal that does not charge a subscription fee for accessing the issues as well as the **"Article Processing Charge"** from the accepted articles.

Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi

Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences

e-ISSN:2667-7733

Cilt / Volume: 27, Sayı / Number: 2, 2022

Baş Editör / Editor in Chief

Prof. Dr. Soner SOYLU, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*

Yayın Kurulu / Associate Editorial Board of Section

- Prof. Dr. Zehra GÜLER, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Prof. Dr. Şerafettin KAYA, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Prof. Dr. Kazım MAVİ, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Prof. Dr. İzzet AKÇA, *Ondokuz Mayıs University, Türkiye*
- Prof. Dr. Fatih ŞEN, *Ege University, Türkiye*
- Prof. Dr. Erdal DAĞISTAN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Prof. Dr. Ali KAYGISIZ, *Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Türkiye*
- Doç. Dr. Cahit ERDOĞAN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Doç. Dr. Cengiz KARACA, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*

Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board

- Prof. Dr. W. Young PARK, *Fort Valley State University, USA*
- Prof. Dr. Sema KARANLIK, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Prof. Dr. Safder BEYAZIT, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Prof. Dr. Paula Reis CORREIA, *Instituto Politécnico de Viseu, Portugal*
- Prof. Dr. Ömür BAYSAL, *Muğla Sıtkı Koçman University, Türkiye*
- Prof. Dr. Nesrin YILDIZ, *Atatürk University, Türkiye*
- Prof. Dr. Mustafa Y. CANBOLAT, *Atatürk University, Türkiye*
- Prof. Dr. Murat KAÇIRA, *The University of Arizona, USA*

Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board (Devam / Continued)

- Prof. Dr. Mahmut KESKİN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Prof. Dr. K. Mesut ÇİMRİN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Prof. Dr. İlhan ÜREMİŞ, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Prof. Dr. İbrahim ATIŞ, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Prof. Dr. Gülsün Akdemir EVRENDİLEK, *Bolu İzzet Baysal University, Türkiye*
- Prof. Dr. Fatih EVRENDİLEK, *Bolu İzzet Baysal University, Türkiye*
- Prof. Dr. Erdal SERTKAYA, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN, *Ahi Evran University, Türkiye*
- Prof. Dr. Mevlüt GÜL, *Isparta Uygulamalı Bilimler University, Türkiye*
- Prof. Dr. Ahmet Esen ÇELEN, *Ege University, Türkiye*
- Prof. Dr. Mehmet Rüştü KARAMAN, *Afyon Kocatepe University, Türkiye*
- Doç. Dr. Dilşat BOZDOĞAN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Doç. Dr. Bekir DEMİRTAŞ, *Hatay Mustafa Kemal University., Türkiye*
- Doç. Dr. Gürkan Alp Kaan GÜRDİL, *Ondokuzmayıs University, Türkiye*
- Doç. Dr. Zafer ERBAY, *Adana Alpaslan Türkeş Bilim ve Teknoloji University, Türkiye*
- Assoc. Prof. Dr. Young-Joon CHOİ, *Kunsan National University, South Korea*
- Asist. Prof. Dr. In-Young CHOI, *Eonbuk National University, South Korea*
- Dr. Öğr. Üyesi Nuran TAPKI, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Murat ÖZTÜRK, *Yozgat University, Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Yunus Emre ŞEKERLİ, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Ahsen Eren ÖZDEN, *Iğdır University, Türkiye*
- Dr. Volkan ÇEVİK, *University of Bath, U.K.*
- Dr. Carlos A. UTHURRY WEINBERGER, *Universidad Nacional de Río Negro, Argentina*

Mizanpaj Editörler Kurulu / Layout Editorial Board

- Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ERTEKİN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe SARIOĞLU, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Fulya UZUNOĞLU, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Başak ULAŞLI, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Aybüke KAYA, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*

Mizanpaj Editörler Kurulu / Layout Editorial Board (Devamı / Continued)

- Arş. Gör. Dr. Cenk Burak ŞAHİN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Dr. Merve KARA, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Dr. Nadire Pelin BAHADIRLI, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Dr. Hakan ÇARPAR, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Dr. Cem Tufan AKÇALI, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Yusuf Ziya AYGÜN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Sercan DEDE, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Özge DEMİRKESER, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Mücahide KÖKSAL, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Mustafa ÖZBULDU, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. İlknur KÜLAHLIOĞLU ÇEĞİL, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Dilek TÜRKMEN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Derya KILIÇ, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Derya KAZGÖZ CANDEMİR, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Ahmet Emin YILDIRIM, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Ahmet DURSUN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Yusuf GÜMÜŞ, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. İbrahim Ersin BOZDOĞAN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*

Yabancı Dil Editörü / Language Editor

- Prof. Dr. Muharrem KESKİN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Duran ÇELİK, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Dr. Öğr. Üyesi İbrahim ERTEKİN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*
- Arş. Gör. Ahmet Emin YILDIRIM, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*

Grafik Tasarımcısı / Graphics Designer

Uğur CAN, *Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*

Araştırma Makalesi / Research Article

- Cost analysis in peanut bagging (human labor & prototype bagging machine)**
Yerfıstığı çuvallama işinde maliyet analizi (insan işgücü & prototip çuvallama makinesi) 195-201
Selçuk UĞURLUAY, Ali SOMAY
- The effects of foliar sulfur application under water stress conditions on yield, evapotranspiration and some physiological properties of cotton**
Su stresi koşullarında yapraktan kükürt uygulamasının pamuğun verim, bitki su tüketimi ve bazı fizyolojik özelliklerine etkileri 202-212
Berkant ÖDEMİŞ, Yaşar AKIŞCAN, Batuhan AKGÖL, Deniz CAN
- Effects of vegetable production on income and livelihood of rural households in Nigeria**
Nijerya'da sebze üretiminin kırsal hanelerin gelir ve geçim kaynakları üzerindeki etkileri 213-223
Ridwan MUKAILA, Abraham FALOLA, Sheu-Usman Oladipo AKANBI, Angela Ebere OBETTA, Lynda Ogechi EGWUE, Tochukwu Linda ONAH
- Determination of some microbiological and physicochemical properties of butter produced in central villages of Kastamonu province of Turkey**
Kastamonu ilinin merkez köylerinde üretilen tereyağlarının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi 224-233
Deren TAHMAS KAHYAOĞLU, Gizem MUSAOĞLU
- Determination of the host range of Pectobacterium polaris causing bacterial soft rot disease**
Bakteriyel yumuşak çürüklük hastalığına neden olan Pectobacterium polaris'in konukçu aralığının belirlenmesi 234-240
Murat ÖZTÜRK
- Investigation on phytoplasma diseases, their potential insect vectors and other hosts in pepper (Capsicum annuum L.) growing areas of Hatay-Turkey**
Hatay ili biber (Capsicum annuum L.) üretim alanlarında fitoplazma hastalıklarının, potansiyel vektörlerinin ve diğer konukçularının araştırılması 241-252
Hakan ÇARPAR, Gülşen SERTKAYA

Araştırma Makalesi / Research Article

- Investigation of chemical and biological control possibilities of stem canker and black scurf (*Rhizoctonia solani*) diseases in potatoes**
Patateslerde kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığı (*Rhizoctonia solani*)'nın kimyasal ve biyolojik yöntemlerle mücadele olanaklarının araştırılması
Aysel Zübeyde ERDEVİL, Ali ERKİLİÇ 253-265
- Determination of responses to salt stress of some fescue (*Festuca spp.*) species at germination and seedling stages**
Bazı yumak (*Festuca spp.*) türlerinin çimlenme ve fide aşamasında tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi
İbrahim ERTEKİN, Şaban YILMAZ, Ersin CAN 266-271
- Effect of soil biostimulant application for the growth and quality of beet seedlings**
Pancar fidelerinin büyümesi ve kalitesine toprak biyostimulant uygulamasının etkisi
Marcelle Michelotti BETTONI, Duelen Carolay Castro CABRAL, Tefide KIZILDENİZ 272-277
- Determination of consumers' attitude and behaviours about probiotic products: a case study of TR63 Region in Turkey**
Tüketicilerin probiyotik ürünlere yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi: TR63 Bölgesi-Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illeri örneği
Ahmet Duran ÇELİK, Tuğçe SARIOĞLU, Erdal DAĞISTAN 278-287
- Determination of adult population density of *Agonoscena pistaciae* Burc.&Laut. (Hemiptera:Psyllidae)' on pistachio trees in Şanlıurfa province by different methods**
Şanlıurfa ilinde antepfıstığında *Agonoscena pistaciae* Burc.&Laut. (Hemiptera; Psyllidae)'nın ergin populasyon değişiminin farklı örnekleme yöntemleri ile belirlenmesi
Mehmet Ali SAĞIROĞLU, Kamuran KAYA 288-298
- Determination of the effectiveness of mycorrhiza, vermicompost and fertilization on tomato pith necrosis disease**
Domates öz nekrozu hastalığına vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin etkinliğinin belirlenmesi
Neriman KAYA, Ebru KARNEZ, Benian Pınar AKTEPE, Yeşim AYSAN 299-308

Araştırma Makalesi / Research Article

- Determination of yield and some quality characteristics of hybrid melon cultivar candidates in Konya ecological conditions**
Konya ekolojik koşullarında hibrit kavun çeşit adaylarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi 309-317
Banu ÇİÇEK ARI, Necibe KAYAK, Ünal KAL, Neslihan ISSI, Önder TÜRKMEN, Yeşim DAL, Ertan Sait KURTAR, Musa SEYMEN
- Agro-morphological characterization of local bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**
Yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin agro-morfolojik karakterizasyonu 318-330
Aykut ŞENER, Muharrem KAYA
- The effects of different rhizobacteria and mycorrhiza applications on seedling growth and development of starflower (*Dahlia variabilis*)**
Farklı kök bakterisi ve mikoriza uygulamalarının yıldız çiçeği (*Dahlia variabilis*) fidelerinin büyüme ve gelişimine etkileri 331-339
Onur Sefa ALKAÇ, Sabriye BELGÜZAR, Esra ÖNDEŞ, Fulya OKATAR, Zeliha KAYAASLAN
- Determination of fungal and bacterial species and their densities in fruit and airborne microbiota in citrus packing houses located in Hatay province**
Hatay ilinde yer alan turunçgil paketleme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyaya içerisindeki fungal ve bakteriyel türler ile yoğunluklarının belirlenmesi 340-351
Aysun UYSAL, Şener KURT, Soner SOYLU, Merve KARA, Emine Mine SOYLU
- Irrigation effect on some quality characteristics of popcorn (*Zea mays everta* Sturt.)**
Cin mısırının (*Zea mays everta* Sturt.) bazı kalite özelliklerine sulamanın etkisi 352-357
Cem Tufan AKÇALI, Cenk Burak ŞAHİN
- Evaluation of population density of diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on different canola varieties in Hatay province**
Hatay ilinde farklı kanola çeşitleri üzerinde lahana yaprak güvesi, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)'nin popülasyon yoğunluğunun değerlendirilmesi 358-364
Nihat DEMİREL

Araştırma Makalesi / Research Article**Heterosis, heterobeltiosis and dominance effect on yield, total soluble solid and dry matter of red pepper [*Capsicum annuum* L. var. *conoides* (Mill.) Irish] hybrids**

Kırmızı biber [*Capsicum annuum* L. var. *conoides* (Mill.) Irish] hibritlerinde verim, toplam çözünebilir madde ve kuru madde yönünden heterosis, heterobeltiosis ve dominans etkisinin belirlenmesi

365-373

Şenay MURAT DOĞRU, Hayati KAR, Mehtap ÖZBAKIR ÖZER, Nur KOBAL BEKAR

Yield and nut characteristics of some foreign almond cultivars in Gaziantep ecology

Bazı yabancı badem çeşitlerinin Gaziantep ekolojisindeki verim ve meyve özellikleri

374-383

Safder BAYAZIT, Mustafa ALAZ



Cost analysis in peanut bagging (human labor & prototype bagging machine)

Yerfıstığı çuvallama işinde maliyet analizi (insan işgücü & prototip çuvallama makinesi)

Selçuk UĞURLUAY¹ , Ali SOMAY¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Antakya-Hatay, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1056912](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1056912)

Geliş tarihi /Received:14.01.2022

Kabul tarihi/Accepted:14.02.2022

Keywords:

Cost analysis, peanut, bagging, human labor, bagging machine.

✉ Corresponding author: S. UĞURLUAY

✉: ugurluay@mku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The aim of this study was to economically compare the method that could semi-mechanized bagging and the method that uses human labor.

Methods and Results: For this reason, a Prototype Pneumatic Peanut Bagging Machine powered by tractor PTO shaft was designed, manufactured and used, which conveys peanut pods from the ground using aspirated air and fill the product into the bags. As a result of the cost analysis made within the scope of the study, the cost of bagging using human labor costs 7.2 \$ t⁻¹, and the prototype bagging machine costs 9.6 \$ t⁻¹. It was determined that an average of 2.5% loss occurs due to crushing while the bags were filled with human labor. In a day of work, 15 tons of products were generally bagged and loaded on a truck. In this case, approximately 375 kg of product was lost. The shelled peanut price was approximately 1.6 \$ kg⁻¹ in 2019. The approximate monetary value of the 375 kg lost product was \$600. This loss should be taken into account when evaluating both bagging methods in terms of costs.

Conclusions: It has been found that bagging with a prototype machine is more profitable and more humane in terms of conditions than bagging using human labor.

Significance and Impact of the Study: In terms of mechanization in the cultivation and harvesting of peanuts was no problem but some post-harvest processes (especially bagging) still require a large amount of human labor and has such as some basic problems with peanut bagging. Due to lean working and dusty environment, there was a difficult and tiring working situation in terms of occupational health. Thus was getting more and more difficult to find workers for this heavy work conditions. In addition, the shovel or canister used in bagging breaks the peanut shells and causes losses.

Atıf / Citation: Ugurluay S, Somay A (2022) Cost analysis in peanut bagging (human labor & prototype bagging machine). *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 195-201. DOI: 10.37908/mkutbd.1056912

INTRODUCTION

Peanut is a one-year warm climate plant whose fruits grow underground. The fact that its fruits grow in the soil is the biggest feature that distinguishes peanuts from other leguminous plants such as broad beans, peas and beans. The high income obtained from the unit area in peanuts has made this product more advantageous compared to other products (Aşık and Arıoğlu, 2018).

Peanut is a one-year hoe plant that uses oil and other vegetable parts, has a significantly high oil content and is in rotation as a second crop (Topçu, 2009).

Peanut is a product with high nutritional value, which is rich in oil, protein, minerals and carbohydrates and contains important fatty acids. Due to its high oil content, if it is not stored under suitable conditions, it deteriorates in a short time and loses its market value. For this reason, it is necessary to store the products in

suitable conditions and to protect the grain quality in order to keep the products for a long time without spoiling after the harvest (Anonymous, 2018).

It has about 28 million hectares of cultivation area in the tropics and sub-tropics of the world. Peanut is one of the 14-15 types of oil crops that make up approximately 90% of the world's vegetable oil production. The leading countries in production were China, India and Nigeria (FAO, 2019).

Pneumatic conveying systems were generally quite simple and could be used successfully in a wide variety of conditions for the conveying of powdered and granular materials. With the help of the system, the blowing (ventilation) or suction (aspiration) effect of the air flow was utilized. In these combinations; a fan providing air flow, power source, pipes directing the air flow and various auxiliary parts were used (Deligönül, 1986). These conveying systems make it possible to transport materials over distances of hundreds of meters with appropriate equipment selection (Ergür, 2005). The speed and flow of the airflow were important factors affecting the amount of material transported. In air flow arrangements; it was important to calculate the total pipe length, airflow velocity and mixing ratio. By the capacity of the pneumatic conveying system, it was aimed to transport the product at the highest speed without being damaged and to use the work time in the most efficient way (Deligönül, 1986).

As in many industrial agricultural products (wheat, corn,

sunflower, sugar beet, cotton, etc.) which were widely grown today, there was no problem in terms of mechanization in the cultivation and harvesting of peanuts. The agricultural production stages of peanuts were completely mechanized (Uğurluay et al., 2010). However, a certain part of the post-harvest processing of peanuts (such as drying, bagging and loading) still requires an intensive human workforce. In our age, human beings make machines do the jobs that require muscle power. People now desire to be employed in production and service sectors such as industry, health, education, tourism, which require knowledge and skills. For this reason, it was getting harder and harder to find labor force for heavy work in the processing of agricultural products.

Peanut harvesting and post-harvest processes were applied briefly as follows. First of all, the plant was removed with its fruits in the roots, turned upside down and left to dry. Afterwards, the picking and threshing machines take the plants left to dry on the field surface and separate the fruits and vegetative parts. The product accumulated in the harvester's tank is transported to the area where sieving, cleaning and final drying will be done by being discharged to the trailer by the hydraulic unloading system (Figure 1.a). After harvest, some soil and stone fragments could be found among the hulled peanut fruits. These were removed by separation on mechanical sieves (Figure 1.b).



Figure 1. a) Harvest and transport from the field and b) Screening and cleaning

After sieving and cleaning, the product was usually laid on the fields located at the edge of the field to be dried to the appropriate moisture level. Here, it was allowed

to dry up to 10-11% humidity, which was the storage humidity under the sun by mixing several times a day (Figure 2.a).



Figure 2. a) Drying of shelled peanut fruits on ground, b) bagging and c) loading into a vehicle

The product should be packed in bags so that it could be easily transported during the marketing phase or stored in warehouse conditions (Figure 2.b). Those dealing with peanut farming generally have some basic problems in this regard. In peanut bagging, one of the most important problems is still using human labor and has not been mechanized. In the bagging process, some workers fill the products into sacks with the help of shovels or tin cans. The mouth part of the sacks was sewn using needle and thread. Then the sacks were transported to the truck bed (Figure 2.c). Peanut producers struggle to find workers during the harvest season for this demanding job.

In addition, there were working conditions devoid of occupational health and safety for workers. There was a difficult and tiring working environment due to constantly bending over, and a difficult working environment in terms of occupational health due to a dusty environment. Workers work under heavy conditions by completely filling 60-70 kg sacks with muscle power (Figure 2.b). In addition, the wages received by the workers were low for the workers. Workers naturally do not want to work in short-term, harsh conditions and jobs without any job security.

In addition, the sharp and hard ends of the working tools break the peanut shells and create losses during bagging with a shovel or tin (Figure 2.b). Traders make an agreement with the precondition that a loss of around 2.5% occurs when purchasing the bagged product from the manufacturer. This was an economically unnecessary loss for the producer. For all these reasons, there was a need for mechanization in the bagging work. In this study, a comparison was made between a new design bagging machine that could be used in peanut bagging and the bagging made using human labor,

especially in terms of cost.

MATERIALS and METHODS

In the previous part of this study, a prototype machine with vacuum effect (air suction) was designed and manufactured by us for the conveying of shelled peanuts. An image of this conveying system was given in Figure 3. In this system, the fan was placed at the end of the line, behind the cyclone. Thus, a vacuum was created along the entire line. The tank, which works with the cyclone principle, separates the product from the air. The cyclone was also used as a tank that collects the product in certain quantities, and the job of filling the bag was done with the help of a discharge cover located under the tank. In this way, the intermittent working opportunity needed in the bagging business was provided.

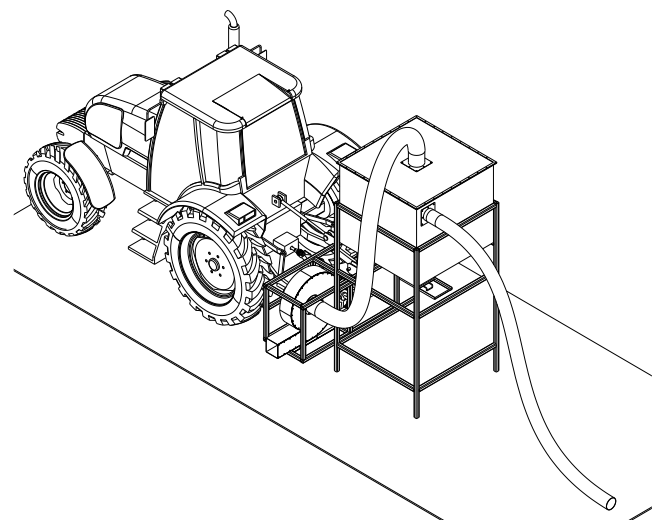


Figure 3. A technical view of the prototype peanut bagging machine

NC-7 hulled peanut fruits (*Arachis Hypogaea* L.) were used as working material in the bagging machine (Figure 4). Its seeds were large and light pink in color and have an average oil content of 50% (Kadiroğlu et al., 2011).



Figure 4. NC-7 variety shelled peanuts

While the farmers were storing the product or despatch the product they sell to the factories, they fill the product in sacks, load it on trucks and send. During the research period, 5 peanut production facilities were visited and the bagging process was examined. Data such as sub-processes of the bagging job, the number of workers, working hours and the amount of bagged products were recorded. Using these data, bagging cost ($\$ t^{-1}$) and work capacity ($t h^{-1}$) values per ton of product were calculated. The cost of the bagging job was calculated using Equation 1 from the number of workers employed, the worker's daily wage and the amount of product loaded on the truck at the end of the job.

$$BC = \frac{NW * DW}{BPQ} \quad \text{Eq. (1)}$$

Here;

BC: Bagging Cost, $\$ t^{-1}$

NW: Number of Workers

DW: Daily Wage, $\$$

BPQ: Bagged Product Quantity, t

In calculating the work capacity of the workers, the number of workers, the total working time and the amount of product loaded on the truck at the end of the job were determined and Equation 2 was used.

$$WC = \frac{BPQ}{TWT} \quad \text{Eq. (2)}$$

Here;

WC: Work Capacity, $t h^{-1}$

BPQ: Bagged Product Quantity, t

TWT: Total Working Time, h

The fuel consumption values of the tractor engine were measured using the ARER brand (model 2014, Turkey) Fuel Consumption Meter. The device measures the amount of fluid passing through the fuel pipe of the tractor. The obtained fuel consumption amounts were used in cost analysis. The cost analysis was made by comparing the expenses spent during the same work using only human labor (current situation) and the expenses spent in the case of using the new system.

RESULTS and DISCUSSION

After the sieving and cleaning process, the product was laid back on the exhibition area and left to dry. Although the drying time varies according to seasonal conditions, it varies between 2-7 days. The desired suitable storage humidity of the product was 11% (wet basis) and below. Traders who come to buy the product from the manufacturer bring moisture measuring devices with them, and after checking the product, they agree on the price. The product, which reaches the appropriate moisture level, must be bagged. The products sold were loaded on trucks and sent, otherwise they were removed to the storage area. In both cases, the product must be bagged. The bagging of shelled peanuts was done as follows. A worker opens and holds a sack that could hold approximately 60-70 kg of product. Two workers fill the product into the sack with their tin cans or wide-mouthed shovels. After the sack was full, it was given to the other two workers behind them. One of these two workers sews the mouth of the full sack using needle and thread and helps the other worker who would carry this sack to the truck bed on his back. The worker carrying the bag climbs over a ramp to the truck bed and stacks the bags properly. All these works were done alternately in order to ensure equal working conditions among the workers.

This work was done in very tiring, labor-intensive, dusty and unsanitary conditions. In addition, it was getting more and more difficult to obtain the necessary workforce to do the bagging business. Because even agricultural workers do not want to do this job anymore. The employer pays additional wages to those who work only for the bagging job.

The peanuts that hit the sides of the boxes or shovels used during bagging were broken into pieces. In addition, crushing and breaking occurs because the workers step on the product pile with their feet while filling the sacks. This situation causes an economic loss. During the interviews with the farmers, it was reported

that 2-3% crushing-breakage loss occurs during bagging. Damages to the product during harvest and post-harvest processing would affect the quality of the final product and the rate of deterioration during storage. By preventing breakage in the product, the shelf life would increase and even the oil quality to be obtained from the product would increase. In this sense, it was important that the products go through the stages of harvest, storage and marketing without being damaged. The values related to the work done, the number of workers, the work capacities and the labor cost in

bagging the hulled peanuts were given in Table 1. A worker group consisting of seven people could pack and load a truck product (180 sacks, 15 tons on average) in one day's working time (average 6 hours). From this point of view, hourly work capacity was calculated as 2.5 t h⁻¹ in bagging work done by hand. According to the wages of the daily worker working for bagging hulled peanuts in 2019, the cost of bagging was calculated as approximately 7.2 \$ t⁻¹ (Approximately \$110 for 15 t product).

Table 1. Sub-works, number of workers, work capacities and labor cost in bagging hulled peanuts

Sub-works	Time (h day ⁻¹)	Number of workers (number)	Amount of bagged product (t)	work capacity (t h ⁻¹)	Cost (\$)
Sweep	6	2	15	1.25	32
Bag holding and sewing	6	1	15	2.50	16
Filling	6	2	15	1.25	32
Loading on truck	6	1	15	2.50	16
Stacking	6	1	15	2.50	16
TOTAL		7			112

The machine used in the study aspirates the shelled peanuts into the tank using vacuum airflow, collects them as long as it works and ensures that they were filled

into sacks with the help of a sliding cover from the bottom of the tank (Figure 5.a and b).



Figure 5. View from a) machine trial and b) bag filling job

In case of working with this prototype machine, it could pack with a capacity of 2.54 t per hour (pipe diameter 160 mm and air speed 27 m s⁻¹). Calculate from here, it was found that it takes about 6 hours to bag 15 tons of product. It takes 6 hours for 15 tons of product to be bagged for the bagging work, which was done using completely human labor (7 workers).

A worker group consisting of 4 people was sufficient for bagging with a prototype machine. With this machine, a worker would control the hose that provides the

collection of the product, a worker would place the sack under the tank and fill the product into the sack with the help of the sliding discharge cover, another worker would sew the mouth of the full sack and another worker would work to carry this sack to the truck bed. In this case, 3 workers were saved in working with the machine. Since a worker's daily labor cost was \$16, a labor expense of \$48 was saved.

A tractor with an average power (80-90 HP) to which the machine was connected needs to consume 5.45 L of

diesel fuel in order to be able to pack a ton of product. The price of one liter of diesel fuel was \$0.96 at the time of the study (October 2019). A tractor that would work for 6 hours to bag 15 tons of product would consume

approximately \$78.4 worth of fuel. The expenses incurred when only human labor was used and prototype machine was used in the bagging business were shown in Table 2.

Table 2. Comparison of the expenses incurred in case of using human labor and prototype machine in the bagging work (for 15 tons of product in 1 day)

When human labor was used		Cost	When the prototype machine was used		Cost
Number of workers	7	\$112	Number of workers	4	\$64
			Fuel expense*	81.75 L	\$78.48
Total		\$112	Total**		\$142.40

* Fuel expense: 5.45 L/ton x 15 ton x 0.96 \$/L = \$78.48

** Since the machine was still a prototype and there is no equivalent, depreciation expense was not included in the calculation.

As could be seen, when bagging was done using a prototype machine, an additional cost of \$30.4 was incurred compared to the bagging work done with human labor (for 15 tons of product in 1 day). However, it should not be forgotten that the most difficult part of the bagging business was filling the product into the bag and there were difficulties in finding workers to do this work. In addition, in the method using human labor, both the impact of the tools (tin can, wide-mouthed shovel, etc.) used by the workers in the filling work and the breaking losses caused by their feet would be prevented.

It has been mentioned before that 2-3% (average 2.5%) loss due to disintegration and crushing during bag filling. After a day's work, 15 tons of products were bagged and loaded onto the truck. In this case, approximately 375 kg of product was lost during the sack of a truck product. In the surrounding villages of Ceyhan/Adana, the region where the research was conducted, the field sales value of the shelled peanuts in 2019 was approximately 1.6 \$ kg⁻¹. The approximate monetary value of 375 kg of lost product was 600 \$. During the evaluation of both bagging methods in terms of costs, this lost amount should also be taken into consideration.

Many studies on pneumatic conveying have been conducted on pressure drops, the behavior of the conveyed material in air, dense phase conveying, automatic control of the conveying system, etc. (Pan and Wypych 1997; Wypych and Yi 2002; Güner 2007; Jones and Williams 2008; Hardin 2014). Butts et al. (2018), in the loading of hulled peanuts from the warehouse to a truck, the pneumatic conveying system was compared with the front loader systems, and it was found to be successful in terms of damaged product and foreign matter rate, but three times unsuccessful in terms of work capacity.

In conclusion, peanut cultivation and harvesting could be

done in a mechanized way. However, some of the post-harvest operations (such as drying, bagging and loading) still use human labor.

In the method using completely human labor, a group of 7 workers could pack and load a truck product (180 sacks, 15 tons on average) in one day's working time (average 6 hours). The sack labor requirement was calculated as 2.5 t h⁻¹. According to the daily wage of hulled peanuts in 2019, the average cost of sacking was determined as 7.2 \$ t⁻¹.

In the case of working with a prototype machine, 6 hours were required to bag 15 tons of product. A worker group consisting of 4 people was sufficient for bagging with a prototype machine. In this case, 3 workers were saved in working with the machine.

A tractor connected to the machine that would operate for 6 hours would consume approximately \$78.4 worth of fuel. Therefore, an additional \$30.4 cost was incurred when bagging using the prototype machine. However, it should not be forgotten that there were difficulties in finding workers to do this job in the manual bagging job. It was accepted that an average of 2.5% loss occurs due to crushing during the filling of the bag. Approximately 375 kg of product was lost during 15 tons of product sack. Field sales value of hulled peanuts in 2019 was approximately 1.6 \$ kg⁻¹. The approximate monetary value of 375 kg of lost product was \$600. Considering this amount lost during the evaluation of both bagging methods in terms of costs, it was determined that the operation with the machine was much more profitable. In addition, damage to the product during harvest and post-harvest processes would affect the quality of the final product and the rate of deterioration during storage. By preventing the damage to the grains, the preservation of enzymes that may affect the quality of the end product, the shelf life and even the quality of the oil to be obtained would also be affected. In this sense,

it was very important that the products could be marketed by going through the stages of harvest and storage without being damaged.

ACKNOWLEDGEMENTS

This publication was produced from a master's thesis.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The author(s) declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal

REFERENCES

- Anonymous (2018) Research on determination of the shelf life and quality of osmaniye peanuts project final report, 76 s. http://www.tuksiad.org/uploads/yuklemeler/TUKSI_AD-yer-fistigi-kitabi2.pdf Date of access: 15.02.2019.
- Aşık FF, Arıoğlu H (2018) The effects of bacteria (*Rhizobium* sp.) and nitrogen fertilizer applications on some agricultural and quality characteristics in peanut cultivation. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* Vol: 36-2.
- Butts CL, Sorensen RB, Lamb MC (2018) Unloading farmers' stock warehouses with a peanut vacuum. *Peanut Sci.* 45: 87-94.
- Deligönül F (1986) Transport and conveying technique. C.U. Faculty of Agriculture Lecture Notes. Publication No:3 Adana.
- Ergür HS, Yörü Y, Üreyen İ (2005) Investigation of problems encountered in pneumatic conveying and solutions. Chamber of Mechanical Engineers IV. National Hydraulic Pneumatic Congress. December 01-04 İzmir, pp 115-134.
- FAO (2019) The Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Date of access: 10.06.2021).
- Güner M (2007) Pneumatic conveying characteristics of some agricultural seeds. *J. Food Eng.* 80: 904-913.
- Hardin RG (2014) Pneumatic conveying of seed cotton: minimum velocity and pressure drop. *Trans. ASABE* 57(2): 391-400.
- Jones MG, Williams KC (2008) Predicting the mode of flow in pneumatic conveying systems-A review. *Particuology* 6: 289-300.
- Kadiroğlu A, Baydar H, Kocatürk M (2011) The effect of gypsum application on yield and quality characteristics of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *West Mediterranean Agricultural Research Institute, Journal of Derim* 28(2): 42-54.
- Pan R, Wypych PW (1997) Pressure drop and slug velocity in low-velocity pneumatic conveying of bulk solids. *Powder Technology* 94: 123-132.
- Topçu Y (2009) Logistic analysis of factors affecting the efficiency of peanut farms. T.R. Ministry of Science, Industry and Technology. *Journal of Verimlilik* 29: 83-97.
- Uğurluay S, İnce A, Sessiz A, Kayışoğlu B, Güzel E, Özcan MT (2010) Harvest threshing machines and principles. Nobel Bookstore ISBN: 978-605-397-111-5.
- Wypych PW, Yi J (2002) Minimum transport boundary for horizontal dense-phase pneumatic conveying of granular materials. *Powder Technol.* 129: 111-121.



Su stresi koşullarında yapraktan kükürt uygulamasının pamuğun verim, bitki su tüketimi ve bazı fizyolojik özelliklerine etkileri

The effects of foliar sulfur application under water stress conditions on yield, evapotranspiration and some physiological properties of cotton

Berkant ÖDEMİŞ¹ , Yaşar AKIŞCAN² , Batuhan AKGÖL³ , Deniz CAN³ 

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Hatay, Türkiye.

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Hatay, Türkiye.

³Progen Tohumculuk, Hatay, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1076251](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1076251)

Geliş tarihi /Received:21.02.2022

Kabul tarihi/Accepted:24.03.2022

Keywords:

Drought tolerance, sulfur, irrigation level, cotton.

✉ Corresponding author: Berkant ÖDEMİŞ

✉: bodemisenator@gmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: This study was carried out to determine the effects of foliar sulfur application under water stress conditions on yield, evapotranspiration and some physiological properties of cotton.

Methods and Results: This research was conducted on Carisma cotton plant variety, by splitted plots in randomized block design. Foliar sulfur doses was determined as 150 ml da⁻¹ (S₁), 250 ml da⁻¹ (S₂) and 350 ml da⁻¹ (S₃) and non sulphur (S₀) treatment. Irrigation levels were composed of non irrigated (I₀) and available water at three different irrigation levels (I₁₀₀, I₆₆, I₃₃). Stomatal conductance (Sc), chlorohyll content (spad value) leaf surface temperature (LSt), cotton yield, evapotranspiration were measured in order to determine the effect of the applications. Foliar sulfur application did not effect the expected increase in yield. The highest yield was obtained as 6150 kg ha⁻¹ in I₁₀₀S₁ in second year. The water stress that the plant was exposed caused a decrease in all parameters. Foliar sulfur application increased spad values in stressed leaves, but decreased in unstressed leaves. A high correlation was found between yield and Sc and LSt. It was determined that Spad values were not as sensitive to stress as Sc and LSt. The period of recovery from the stress that cotton was exposed to from the beginning of the flowering period took approximately 2 days longer than the beginning of the boll formation period. Water stress was accelerated the senescence trend in all treatment.

Conclusions: There are studies showing that sulfur applications are successful in reducing stress. In these studies, sulfur was applied from the soil and to plants in controlled environments. The same success was not achieved in foliar application. While water stress negatively affected the physiological properties of the plant, foliar application of sulfur could not significantly eliminate this negativity.

Significance and Impact of the Study: This research is important in terms of revealing the effects of foliar applied elemental sulfur on some physiological properties and evapotranspiration of cotton under water stress conditions

Atif / Citation: Ödemış B, Akışcan Y, Akgöl B, Can D (2022) Su stresi koşullarında uygulanan yapraktan kükürt uygulamasının pamuğun verim, bitki su tüketimi ve bazı fizyolojik özelliklerine etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 202-212. DOI: 10.37908/mkutbd.1076251

GİRİŞ

Su stresi, bitkilerin büyüme, gelişme ve verimini en fazla sınırlayan çevresel etmenlerden biridir. Bitkiler stresin zararlı etkilerine karşı morfolojik, biyokimyasal ve fizyolojik yollar ile kendilerini korumaya çalışırlar. Bu fizyolojik özelliklerin en önemlileri stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı (Jones, 1999), fotosentetik kapasite (Lawlor ve Cornic, 2002) ve klorofil içeriğidir (Jackson ve ark., 1996).

Su stresinden en fazla etkilenen parametre stoma iletkenliğidir. Stomaların bitki fizyolojisindeki önemi, yaprağın hücreler arası boşluğu ile atmosfer arasındaki gaz alışverişinin sağlanmasından ve su buharı çıkışına izin vermesinden kaynaklanır. Yapraklardaki gaz değişimi, kuraklık stresine karşı çok duyarlıdır (Kerepesi ve Galiba, 2000). Orta düzeyde kuraklık stresinde CO₂ kullanımının azalmasının genellikle stoma kapanmasına bağlı olduğu kabul edilir (Mansfield ve Davies, 1981). Ancak kuraklık süresi uzarsa bu kez fotosentezdeki azalma, stoma kapanmasından değil, mesofil hücrelerindeki membran zararından, klorofil içeriğindeki azalmadan, asimilasyon ürünlerinin taşınma ve sentezindeki bozulmadan kaynaklanır. Fotosentezdeki azalma miktarı, kuraklık stresinin şiddetine ve dönemine, bitki türüne, gelişme dönemine ve yaprakların yaşlanmasına, kloroplastların oksidasyonuna ve protein ve pigmentlerin yapısındaki değişimler ile ilişkilidir (Passioura ve ark., 1993).

Stres, bitkinin morfolojisinde, su içeriğinin yanısıra bitkide koruyucu mekanizmanın başlangıcı sayılan klorofil içeriğini de olumsuz yönde etkiler (Jackson ve ark., 1996). Klorofil taşıyan kroloplastlar fotosentez işlemini stomalar dışında etkileyen en önemli yapıdır. Kroloplastların özellikle stoma adı verilen bölgesinde CO₂'i fiske eden enzimler bulunmaktadır. Su kaybı ile bu enzimler azalmakta, dolayısıyla CO₂ fiksasyonu sekteye uğramaktadır. Başlangıçta, fotosentez, stoma faktörleri tarafından azaltılmakta ise de, kuraklık stresinin devam etmesi veya şiddetinin artmasıyla, kroloplast ve enzim aktivitesi depresyona uğramakta ve bundan dolayı fotosentez azalmaktadır. Ayrıca, kuraklığın ileri safhalarında, mezofil hücrelerinin duvarlarının difüzyon direnci artmakta ve böylece mezofil hücrelerine CO₂ girişi önlenmektedir. Bu aşamada kroloplastlarda bir takım metabolik bozukluklar meydana gelerek klorofil konsantrasyonu azalmaktadır (Miller ve ark., 2010).

Klorofil konsantrasyonunun azalması, etkin fotosentez yapan (fonksiyonel) yapraklarda belirgindir (Dietz, 1989). Bu koşulda kükürt uygulaması ile klorofil miktarı arttırılabilir ve abiyotik stresin şiddeti hafifletilebilir (Jie ve ark., 2008). Kükürt, aynı zamanda proteinin yapısını inşa eder ve klorofilin yapısında anahtar rol oynar (Duke

ve Reisenauer, 1986). Kuraklık toleransını arttırmada kükürt uygulamalarının etkilerini belirlemeye yönelik araştırmalarda, kükürtün fotosentezin gerçekleşmesinde önemli rol oynayan klorofil içeriğinin azalmasını önleyici etkileri olduğu ve stres koşullarında klorofil miktarının artırılması ile ürün veriminde artışlar sağlanabileceği belirtilmektedir (Li-na ve ark., 2005). Su ve kükürt yetersizliğinde klorofilin azalması, etkin fotosentez yapan (fonksiyonel) yapraklarda daha belirgindir (Dietz, 1989). Kaçar ve Katkat (2007), kükürtün bitkiye yararlı hale gelmesi için absorsiyon süresinin toprağa uygulamada 20 gün yapraktan uygulamada ise 8 saat olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışma su stresinin etkisini azaltmada yapraktan kükürt uygulamasının pamuk stoma iletkenliği, yaprak yüzey sıcaklığı ve klorofil konsantrasyonuna etkilerini ve bu parametrelerle verim ve evapotranspirasyon arasındaki ilişkileri incelemeyi esas almıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, Doğu Akdeniz Bölgesinde (Amik Ovası'nda) Carisma çeşidi pamuk bitkisinde yürütülmüştür. Deneme alanı toprakları siltli killi tınlı bünyeye sahiptir. Türbidimetrik baryum yöntemi (Fox ve ark., 1964) ile yapılan analizlerde kükürt (S) saptanamamıştır. Deneme yıllarında (2015-2016) ortalama olarak sıcaklık 26.09-25.93 (°C) yağış 20.6-149.2 mm, solar radyasyon 266-277 Wm⁻², toprak sıcaklığı 28.89-27.48 °C ve rüzgar hızı 6.55-5.95 km h⁻¹ olarak ölçülmüştür. Araştırma, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre, yapraktan uygulanan 3 farklı dozda elementel kükürt (S₀: Topraktan N,P,K uygulaması, S₁: N,P,K + 150 ml da⁻¹ S, S₂: N,P,K + 250 ml da⁻¹ S, S₃: N,P,K + 350 ml da⁻¹ S) ve 4 farklı sulama düzeyinde (I₀: susuz konu, I₁₀₀: tam sulama konusu, I₆₆ ve I₃₃; tam sulama konusunun %66 ve %33'ünün uygulandığı konular) ve 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her konu 6 sıradan, parsel boyları 15'er m'den, tekerrür boyları ise 5'er metreden oluşturulmuş. Pamukta su stresine en hassas ve verimin en fazla etkilendiği dönem taraklanma ve çiçeklenme dönemi (Loka ve Oosterhuis, 2014) olduğu için yapraktan kükürt bu dönemlerde uygulanmıştır. Toprak nemi gravimetrik yöntem ile evapotranspirasyon ise su bütçesi yöntemi (Howell ve ark., 1984) ile belirlenmiştir.

Stoma iletkenliği sulamadan 1 gün önce havanın açık, bulutlanmanın olmadığı 11:00-14:00 saatleri arasında *desikantlı portatif DECAGON SC-1 Yaprak Porometresi'* ile ölçülmüştür. Her ölçüm öncesinde aletin kalibrasyonu yapılmıştır. Ölçümler a) her sulama öncesi tüm konularda ve b) sadece tam sulama (I₁₀₀) konularında iki sulama arasında çiçeklenme ve koza oluşum

dönemlerinde sulama öncesi 1 kez, sulamadan sonra ise hergün, havanın güneşli ve açık olduğu 11:00-15.00 saatleri arasında yapıldı. Ölçümler her tekerrürde 3 bitkide ve ana gövdeye en yakın 1. pozisyondaki 2 yaprak esas alınarak yapıldı. Sulamalardan sonra ölçüm yapabilmek için sulamalar gece yapılmıştır.

Yaprak yüzey sıcaklığı tam sulama (I_{100}) konusunda örtü yüzdesinin %90'a ulaştığı dönemde sulamadan önce ve 2 gün sonra olmak üzere haftada 2 kez Everest marka infrared sıcaklık ölçer aleti ile yapılmıştır. Yaprak sıcaklığı tüm konularda her tekerrürde 3 bitkide ve ana gövdeye en yakın 1. pozisyondaki 2 yaprakta 3 kez havanın tamamen açık ve güneşin dik geldiği 11:00-14:00 saatleri arasında okunmuştur.

Klorofil içeriği stres koşullarına "en iyi tepki veren fizyolojik parametrelerden biridir. Deneme süresince yaprak klorofil içeriği yaprakta renk değişimini Minolta marka spad 502 model spad aleti ile ölçülmüştür. Ölçümler her sulamadan önce tüm uygulamaların tekerrürlerinde 3 bitkide ve 3'er yaprakta 2'şer kez yaprak dökümüne kadar yapılmıştır.

Hasat, 4.2 m genişliğinde ve 5 m uzunluğunda (6 bitki sırası ve 0.70 m sıra arası) tekerrür parsellerinde her

sıranın başından ve sonundan 1 m, sağdan ve soldan 1 sıra atılarak kalan 14 m² tekerrür alandan yapılmıştır. Her uygulama 3 tekerrürlü olduğu için toplam hasat alanı 42 m² olarak hesaplanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Stoma iletkenliği

Stoma iletkenliği sulama suyu miktarının artması ile doğrusal olarak artmış, kükürt dozlarının artmasından ise etkilenmemiştir (Çizelge 1). Sulama suyunun 1 mm artması stoma iletkenliğinin ilk yıl 0.55, ikinci yıl 0.30 mmol m⁻² s⁻¹ artmasına neden olmuştur. Sulanmayan konularda (sulanan konulara göre) stoma iletkenliği ortalama %57 azalmıştır (Çizelge 2). Sulama düzeyi x kükürt dozu interaksiyonlarında ortalama en yüksek ve en düşük stoma iletkenliği S_3I_{100} (1456 mmol m⁻² s⁻¹) ve S_2I_0 (330 mmol m⁻² s⁻¹) konularından ölçülmüştür. Kontrol (S_0) konusu ile karşılaştırıldığında en yüksek stoma iletkenliği %37 artış ile S_0K_3 konusunda belirlenmiştir. Bitki gelişme dönemleri içerisinde en yüksek stoma iletkenliği çiçeklenme döneminde ölçülmüştür.

Çizelge 1. Fizyolojik parametrelerin varyans analiz sonuçları

Table 1. Variance analysis table of physiological parameter

Yıl	Varyasyon kaynağı	Verim	Sc	LSt	Spad
2015	Sulama düzeyi (I)	**	***	***	***
	Kükürt dozu (S)	**	öd	**	**
	I*S	Öd	öd	***	***
2016	Sulama düzeyi (I)	**	***	***	**
	Kükürt dozu (S)	**	öd	**	öd
	I*S	Öd	öd	***	*
2015- 2016	Sulama düzeyi (I)	**	***	***	***
	Kükürt dozu (S)	**	***	**	**
	Yıl (Y)	**	***	***	***
	I*S	Öd	***	***	***
	I*Y	Öd	***	**	***
	S*Y	**	***	***	***
	I*S*Y	Öd	***	***	***

öd: önemli değil, *, ** ve *** sırasıyla $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$ düzeyinde önemli. Stoma iletkenliği (mmol m⁻² s⁻¹), spad klorofil içeriği (µmol m⁻²), LST : yaprak yüzey sıcaklığı (°C).

İki sulama arasında stoma iletkenliğinin nasıl değiştiğinin belirlenmesi amacıyla pamuğun farklı gelişme dönemlerinde tam sulama konularında günlük ölçümler alınmıştır (Şekil 1-3). Ölçümlerde Sc'nin 1 ya da 2 gün boyunca sulama öncesi değerlere yakın düzeyde devam ettiği ve daha sonra maksimum değere ulaştığı belirlendi. Sc'nin sulamadan sonra maksimum değere ulaşması bitki gelişme dönemine göre değişmiştir.

Pamuğun çiçeklenme dönemi başlangıcında maruz kaldığı stresten kurtulma süresi elma oluşum dönemi başlangıcına göre yaklaşık 2 gün daha uzun sürmüştür. Çiçeklenme başlangıcında Sc sulamadan sonra dahi azalmaya devam etmiş ancak sulamadan 4 gün sonra maksimum seviyeye ulaşmıştır. Bu süre çiçeklenme dönemi sonunda daha kısalmış stoma iletkenliği sulama suyu uygulamasına daha hızlı yanıt vermiş ve sulamadan

Çizelge 2. Ölçülen parametrelerin kükürt ve sulama düzeylerine bağlı değişimleri*

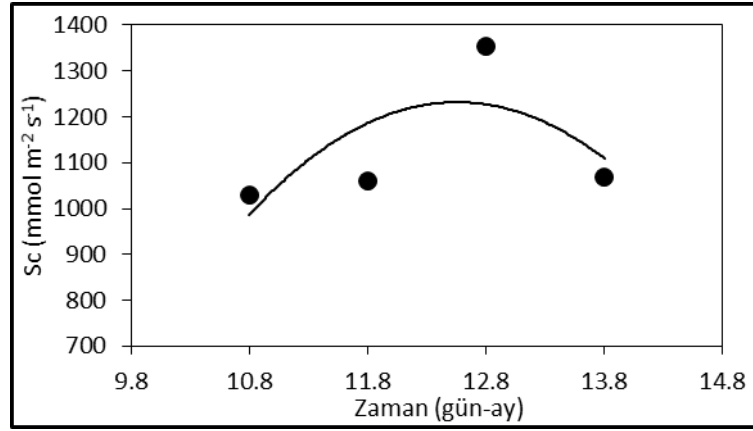
Table 2. Mean values of sulfur and irrigation levels of measured parameters

Konular	ET	Verim	Sc	Spad	LSt
I ₀ S ₀	256	1940	367	47.4	32.6
	306-206	2060-1820	412-299	43.7-52.1	31.5-33.7
I ₀ S ₁	290	1720	343	49.3	32.4
	305-276	1530-1900	375-289	48.2-50.9	32.9-31.9
I ₀ S ₂	264	1530	305	47.5	33.9
	293-236	1310-1740	331-251	45.3-50.3	33.9-32.8
I ₀ S ₃	283	1800	471	48.2	32.4
	294-271	1620-1970	566-309	45.7-51.4	32.0-32.8
I ₃₃ S ₀	533	3540	506	45.4	30.8
	531-536	3750-3340	558-397	42.4-49.2	29.9-31.5
I ₃₃ S ₁	550	3600	513	48.7	30.8
	525-576	3260-3930	613-332	47.0-50.9	31.5-30.2
I ₃₃ S ₂	548	3390	535	48.7	31.0
	524-572	3100-3680	619-389	45.9-52.1	31.0-31.1
I ₃₃ S ₃	535	3500	507	48.1	30.9
	522-549	3120-3880	581-364	46.2-50.5	30.8-30.9
I ₆₆ S ₀	800	5190	682	44.2	28.1
	837-763	5200-5180	813-460	41.4-47.7	29.5-26.7
I ₆₆ S ₁	831	5040	642	43.9	28.3
	825-836	4590-5500	755-444	41.7-46.7	29.5-27.0
I ₆₆ S ₂	808	4650	690	42.8	28.1
	815-800	4500-4800	820-450	40.5-45.7	29.3-26.9
I ₆₆ S ₃	789	4610	667	43.8	28.8
	791-787	4310-4910	785-490	42.9-44.8	29.5-27.0
I ₁₀₀ S ₀	1070	5400	812	41.9	30.1
	1134-1007	5870-4920	951-579	41.9-41.8	28.6-31.5
I ₁₀₀ S ₁	1054	5650	812	40.5	29.0
	1087-1021	5160-6150	981-565	38.6-42.9	27.8-30.2
I ₁₀₀ S ₂	1047	5410	814	39.9	29.7
	1099-995	5490-5330	941-588	39.2-40.8	28.3-31.08
I ₁₀₀ S ₃	1012	5490	838	40.8	29.6
	1066-958	5170-5820	1015-566	40.4-41.4	28.2-30.9
S ₀	664a	4010a	591	44.7b	30.1
	701-627	4220a-3810c	683-434	42.4b-47.7	29.9-31.2
S ₁	681a	4000 a	573	45.6 a	29.9
	685-677	3630b-4360a	681-408	43.9a-47.8	30.4-29.5
S ₂	666 b	3740c	586	44.7b	30.4
	682-650	3590b-3880bc	678-419	42.7b-47.3	30.6-30.1
S ₃	654c	3850b	620	45.2ab	29.9
	668-641	3550b-4140ab	737-432	43.79a-47.1	30.1-27.6
I ₀	273	1740 d	371	48.1a	32.7
	299-247	1630d-1850d	421-287	45.7a-51.2a	32.6-33.0
I ₃₃	541	3500c	515	47.7a	30.8
	525-558	3300c-3700c	593-370	45.4a-50.6a	30.8-30.9
I ₆₆	806	4870b	670	43.6b	29.0
	817-796	4650b-5090b	793-461	41.7b-46.2b	29.5-28.6
I ₁₀₀	1045	5480a	819	40.8c	27.6
	1096-995	5420a-5550a	972-574	40.0c-41.7c	28.2-26.9

*Çizelgedeki ilk satır iki yılın ortalamasını, ikinci satırdaki ilk değer 2015 yılı ikinci değer 2016 yılı verisini göstermektedir.

2 gün sonra Sc maksimum değere ulaşmıştır. Sulamadan sonra toprakta su bulunmasına karşın bitkinin bu durumu algılaması fizyolojik olarak bitkide ‘toparlanma

evresi’ olarak tanımlanabilir. ‘Toparlanma evresi’ bitkinin fenolojik dönemi ile yakından ilişkilidir.



Şekil 1. İki sulama arasında stoma iletkenliğindeki değişim (Elma oluşturma dönemi, 2015)

Figure 1. Change in stomatal conductivity (Sc) between two irrigations (Boll formation period, 2015)

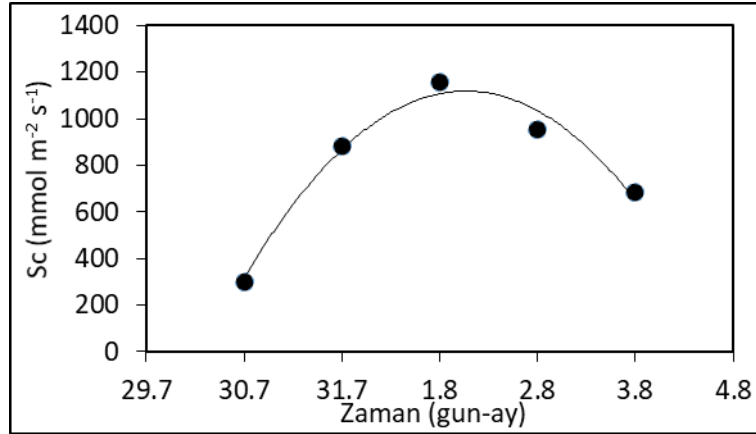


Figure 2. İki sulama arasında stoma iletkenliğindeki değişim (Elma oluşturma dönemi, 2016)

Figure 2. Change in stomatal conductivity (Sc) between two irrigations (Boll formation period, 2016)

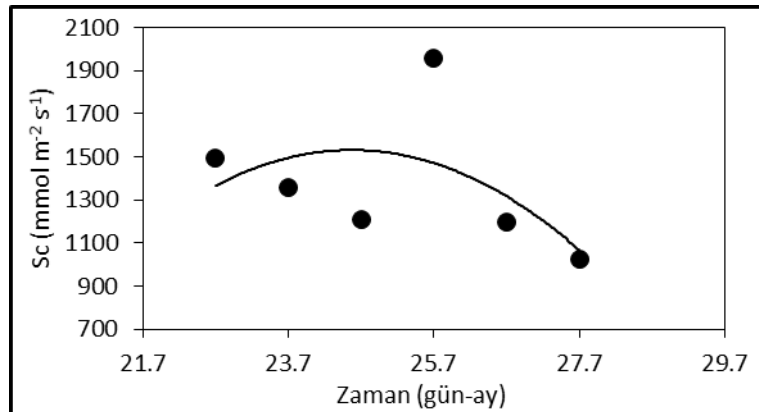


Figure 3. İki sulama arasında stoma iletkenliğindeki değişim (Çiçeklenme önemi, 2015)

Figure 3. Change in stomatal conductivity (Sc) between two irrigations (Flowering period, 2015)

Çiçeklenme döneminde üreme yeteneği (çiçek oluşturma çabası) maksimum düzeyde olduğundan

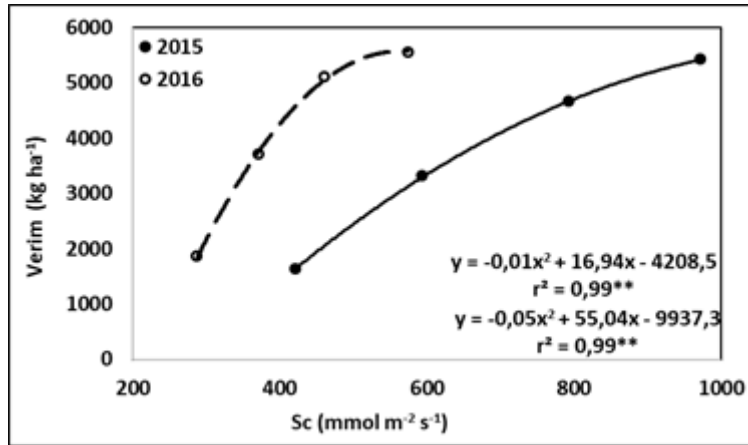
bitkinin diğer çevresel koşullara tepkisi kısmen zayıflayabilir. Bu nedenle stresten kurtulma süresinin bu

dönemde daha uzun sürmüş olabileceği düşünülmüştür. Elma oluşum döneminde stresten kurtulma süresinin daha az sürmesinde ise bitkinin üreme çabasının kısmen azalması ve çevresel koşullara duyarlılığının kısmen artması etkili olabilir. Toparlanma süresi her ne kadar bitkinin fizyolojisi ve gelişme dönemi ile ilgili olsada hava sıcaklığının şiddeti ve bitkinin stres düzeyide bu durumu etkilemektedir.

Su stresi yaprak genişlemesini ve yaprak alanını azaltmasının yanısıra yaprak yaşlanmasını artırarak fotosentetik hızın azalmasına neden olur (Marani ve ark., (1985). Stoma iletkenliği fotosentetik hızı belirleyen en önemli parametredir ve su stresine çok hassastır (Kerepesi ve Galiba, 2000). Kısa süreli su stresinde CO₂ kullanımının azalmasına stoma kapanması neden olur (Mansfield ve Davies, 1981) ancak stres süresi uzarsa bitki fotosentez yapamaz hale gelir (Passioura ve ark., 1993). Bu nedenle bitki kök bölgesinde yeterli düzeyde suyun bulundurulması verim açısından önemlidir. Bitkilerin büyüme ve gelişim dönemlerinde su stresine

bağlı stomatal tepkilerinin bilinmesi sulama zamanına karar vermede bir kriter olarak kullanılabilir. Bunun yanısıra benzer mikroklima alanlarında su stresine duyarlı ve toleranslı gelişme dönemlerinde fotosentezde azalmaya neden olacak stoma iletkenliğinin/direncinin bilinmesi verim tahmininde de kullanılabilir. Araştırmalar pamukta çiçeklenme döneminin diğer dönemlere göre hassas olduğunu ortaya koymaktadır (Loka ve Oosterhuis, 2014). Bu durumda su kaynaklarının yeterli olmadığı alanlarda öncelikle çiçeklenme dönemi için eşik stoma iletkenliği/direnci değerleri sulama zamanına karar vermede kriter olarak kullanılabilir.

Stoma iletkenliği pamuk yapraklarının yaşlanmasına bağlı olarak hasata yaklaştıkça azalmıştır. İlk yıl çiçeklenme dönemi başlangıcında 1000 mmol m² s⁻¹, çiçeklenme ve koza oluşum döneminde 755 mmol m² s⁻¹, kozaların açılması döneminde ise 381 mmol m² s⁻¹ olarak gerçekleşen Sc değerleri ikinci yılda da benzer bir azalma eğilimi göstermiştir. Stoma iletkenliği ile verim arasında polynomial ilişkiler elde edilmiştir (p<0.01) (Şekil 4).



Şekil 4. Stoma iletkenliği ile verim arasındaki ilişkiler
Figure 4. The relationship between Sc and cotton yield

Denklemler çözümlendiğinde en yüksek verim ilk yıl 561 mmol m² s⁻¹'de ikinci yıl 1209 mmol m² s⁻¹'de maksimum verimin elde edileceği belirlenmiştir. Lu ve ark., (1998) Sc ve kütlü verimi arasında güçlü ve pozitif ilişkiler olduğunu ve stoma iletkenliğindeki her 30 mmol m² s⁻¹ artışın verimde 100 kg ha⁻¹ artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde ekmeclik buğdayda da Sc ve dane verimi arasında güçlü ve pozitif ilişkiler elde edilmiştir (Condon ve ark., 1990). Bizim çalışmamızda ise her 1 mmol m² s⁻¹ artış ilk yıl 7 kg ha⁻¹ ikinci yıl 13 kg ha⁻¹ verim artışına neden olmuştur.

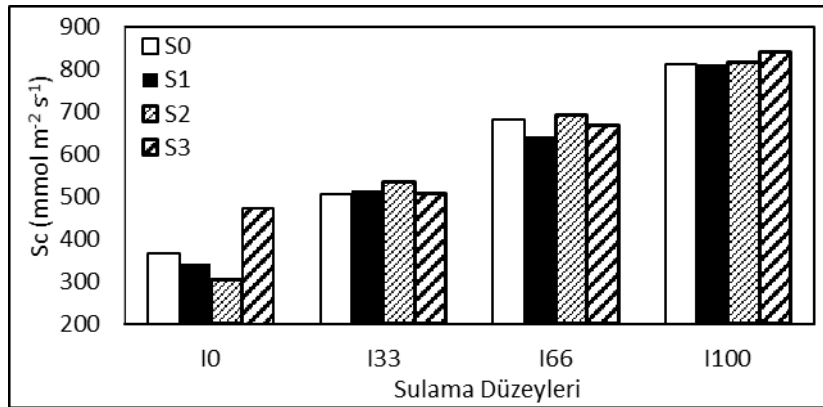
Stoma iletkenliğinin hasata doğru azalma eğilimi sulanan (I₃₃, I₆₆ ve I₁₀₀) ve sulanmayan (I₀) konuda farklı gerçekleşmiştir. Sulanan konularda Sc'nin günlük azalma hızı ortalama 12.5 mmol m² s⁻¹ iken sulanmayan konuda

(I₀) 8.8 mmol m² s⁻¹ olarak belirlenmiştir. Bu farklılık I₀'daki yaprakların daha erken yaşlanmasından ve stomatal tepkinin sulanan yapraklara göre daha yavaş gerçekleşmesinden kaynaklanmış olabilir. Yaprak yaşlanmasında su iletim dokularında meydana gelen zayıflamanın yanısıra su stresine bağlı absisik asit birikiminin de önemli bir etkisi vardır (Radin, 1981). Kükürt dozları stoma iletkenliğinde önemli bir artışa neden olmamıştır (Şekil 5). Kükürt dozlarının stoma iletkenliğine etkisi sulama düzeylerine bağlı olarak değişmiş vesulama düzeyleri arttıkça kükürt dozlarının neden olduğu farklılıklarda azalmıştır.

Stoma iletkenliği I₀ konusunda S₀'a göre S₃'de yaklaşık %25 artmıştır (367 mmol m² s⁻¹' den 470 mmol m² s⁻¹'e yükselmiştir). I₁₀₀ konusunda ise neredeyse tüm kükürt

dozlarında aynı S_c değeri elde edilmiştir (Şekil 5). 2016 yılında S_1 , S_2 , ve S_3 dozları stoma iletkenliğinde belirgin artışa neden olmuştur. Ortalama olarak en yüksek stoma

iletkenliği her iki yılda S_3 dozundan ölçülmüştür (İlk yıl 736, ikinci yıl 432 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

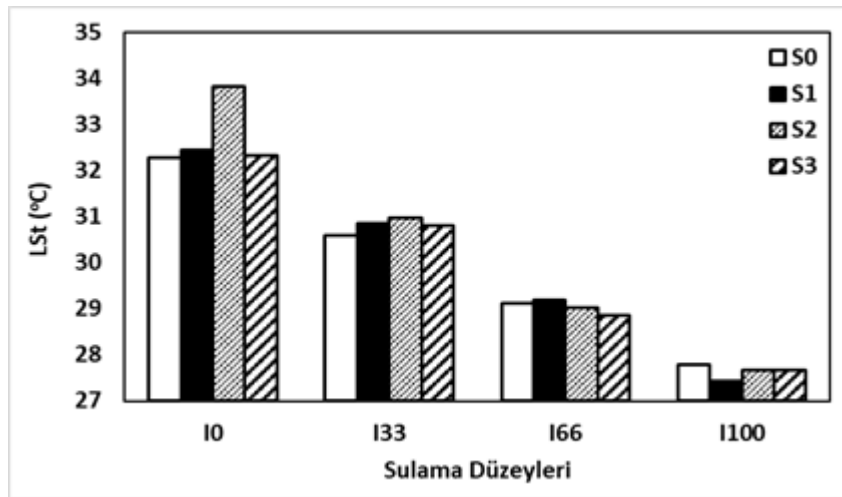


Şekil 5. Stoma iletkenliğinin kükürt dozları ve sulama düzeylerindeki değişimi
Figure 5. Variation of stomatal conductivity in sulfur doses and irrigation levels

Yaprak sıcaklığı (LSt)

Bitki strese girdiğinde içsel su dengesini korumak amacıyla stomalarını kapatmaktadır. Bu durum yaprak yüzey sıcaklığında (stomaların kapanıp bitki yüzeyinde serinleme etkisinin kaybolması nedeniyle) artışa neden olmaktadır. LSt en yüksek I_0 'da (32.7°C) en düşük I_{100} konusunda (27.6°C) ölçülmüştür. Kükürt dozlarının

yaprak sıcaklığına etkisi önemli bulunmamıştır. Ancak I_0 konusunda S_2 dozu LSt'de diğer dozlarla göre belirgin artışa neden olmuştur. LSt, S_0 'da 32.28°C , S_2 'de 33.83°C olarak ölçülmüş ve yaklaşık 1.6°C 'lık sıcaklık farklılığı belirlenmiştir. Sulama suyu miktarı arttıkça kükürt dozlarının LSt üzerine etkisi azalmıştır (Şekil 6).



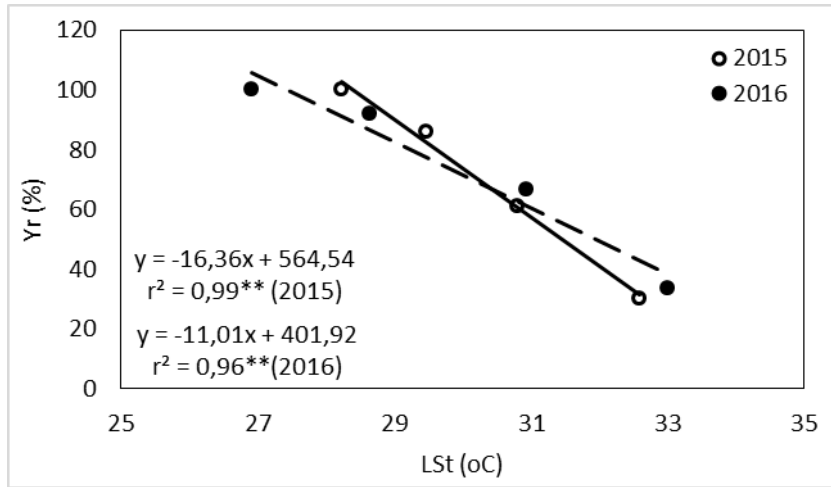
Şekil 6. Yaprak sıcaklığının kükürt dozları ve sulama düzeylerindeki değişimi
Figure 6. Variation of leaf surface temperature in sulfur doses and irrigation levels

LSt ile verim arasında istatistiksel olarak önemli ilişkiler elde edilmiştir (Şekil 7). LSt arttıkça verim değerleri 2015 de %16, 2016'da %11 iki yılın ortalamasında %13 oranında azalmıştır. LSt deki 1°C 'lık artışa bağlı olarak verimin S_0 da 810 kg ha^{-1} , S_1 'de 788 kg ha^{-1} , S_2 'de 634 kg ha^{-1} , S_3 'de 765 kg ha^{-1} azalacağı belirlenmiştir (Figure 8). Yaprak sıcaklığı toprak nemi koşullarının yanısıra hava sıcaklığında önemli ölçüde etkilenir. Düşük sıcaklıklar

(özellikle Temmuz Ağustos ayında), meyve dökümünü azaltması nedeniyle daha yüksek verime neden olabilir. Çiçeklenme ve meyve oluşum dönemlerinde yüksek hava sıcaklıklarının verim kayıplarına neden olabildiği bilinmektedir. Lu ve ark., (1997), maksimum gündüz sıcaklıklarının verim üzerine olumsuz etkilerinin 11 yıl süren bir çalışmada açıkça ortaya koymuşlardır. Sıcaklığın olumsuz etkileri yüksek ve düşük ürün veren

çeşitler arasında değişir. Düşük ürün veren Pima-32 gibi ticari çeşitlerde ve yüksek ürün veren Pima S-6 çeşitlerinde yaprak - hava sıcaklığı farkı sırasıyla -1 °C ve

3-4.5 °C'a çıkabilmektedir (Radin ve ark., 1994; Lu ve ark., 1994).

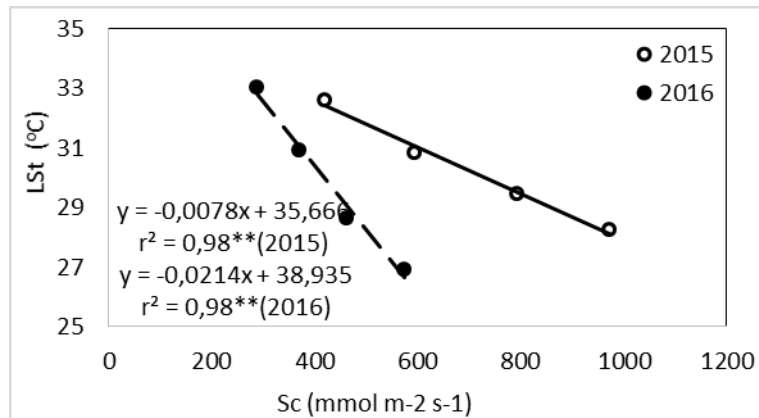


Şekil 7. LSt ve oransal verimdeki azalma ilişkileri

Figure 7. The Relationships between LSt and relative yield decrease

Deneme süresince yaklaşık aynı toprak nem içeriklerinde ölçüm yapılmasına karşın LSt değerleri bitki gelişme dönemlerinde farklı değerlerde ölçülmüştür. Ortalama olarak tüm konularda LSt 2015 ve 2016 yılında sırasıyla çiçeklenme başlangıcında 27.9-28.2 °C, çiçeklenme ve elma oluşum döneminde 29.9-30.24 °C, kozaların açılması döneminde 31.1-30.8 °C olarak ölçülmüştür. Tüm konularda LSt değerleri hasata doğru artmıştır. Artış hızı en düşük I_{100} 'de (0.07 °C/gün) en yüksek I_0 'da (0.115 °C/gün) olarak belirlenmiştir. I_{33} ve I_{66} 'da artış hızları aynı seviyede gerçekleşmiştir (0.09 °C). Hasat tarihine

yaklaştıkça LSt değerlerindeki artışın yaprakların yaşlanmasına bağlı olarak stomatal hassasiyetin azalmasından ve atmosfere su buharı transferinin azalmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Su stresi koşullarında azalan stoma iletkenliği ve yaprak yüzey sıcaklığı arasında korelasyonu yüksek ilişkiler elde edilmiştir (Şekil 8). Stoma iletkenliğinin 1 mmol m² s⁻¹ artması yaprak sıcaklığının ilk yıl 0.0078 °C, ikinci yıl 0.0113 °C, ortalama olarak 0.0214 °C azalmasına neden olmuştur.



Şekil 8. Stoma iletkenliği ile yaprak yüzey sıcaklığı arasındaki ilişkiler

Figure 8. The Relationships between LSt and Sc

Yaprak klorofil içeriği

Klorofil konsantrasyonunun artmasında kükürtün etkin bir rolü olduğunu belirten çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Li-na ve ark., 2005, Dietz 1989, Jie ve

ark., 2008; Duke ve Reisenauer, 1986). Bu araştırmalarda kükürtün klorofil içeriğinin azalmasını önleyici etkileri olduğu ve stres koşullarında klorofil miktarının artırılması ile ürün veriminde artışlar sağlanabildiği belirtilmektedir

(Li-na ve ark., 2005). Özellikle etkin fotosentez yapan yapraklarda strese bağlı klorofil azalmasının daha belirgin olduğu (Dietz 1989), kükürt uygulaması ile klorofil miktarının arttırılabileceği ve abiyotik stresin şiddetinin hafifletilebileceği ileri sürülmüştür. Jie ve ark., (2008) ağır metal stresini saksı koşullarında topraktan kükürt içeren Hoogland çözeltisi uygulayarak, (Li-na ve ark., 2005) buğdayda saksı koşullarında sadece dane dolum döneminde kükürt uygulayarak, Saeed ve ark. (2013) amonyum sülfat formunda kükürt ve azotu topraktan + yapraktan uygulayarak, Mahler (2008) sera koşullarında saksıda, topraktan CaSO_4 formunda uygulayarak kükürtün verimde ve bazı kalite özelliklerinde olumlu ve pozitif yönlü sonuçlarını belirlemişlerdir. Görüldüğü gibi, bu araştırmalar daha çok kontrollü ortamlarda, topraktan ve kükürtün farklı bileşiklerinde yürütülmüş araştırmalardır. Saeed ve ark. (2013) tarafından yapraktan kükürt uygulanan araştırmada ise kükürt amonyum sülfat formunda uygulanmıştır. Haliloğlu ve ark. (2006), içeriğinde %2.8 S içeren çoklu besin çözeltisi ile yapraktan uygulamanın pamuk kütlü verimine etkisinin olmadığını saptamışlardır. Bu araştırmalarda stres koşulları ve stres unsurları bizim denememizden farklıdır. Kükürtün uygulama yöntemi, zamanı, dozu ve formunun denendiği bu araştırmalarda bitkiler kontrollü ortamlarda yürütülmüştür. Bir çok değişkene (toprak, iklim ve işletme yöntemine) ve verimi etkileyebilen unsur nedeniyle tarla koşullarında aynı başarı elde edilememiştir.

Bizim araştırmamızda elementel kükürt gübresi bitkide azda olsa strese ve verimde azalmaya neden olmuştur. Kükürtün yapraktan ve elementel formda uygulanması klorofil içeriğinde istatistiksel olarak önemli bir artışa neden olmamıştır. İlk yıl su stresinin yüksek olduğu I_0 ve I_{33} konularında en yüksek Spad değeri S_1 dozundan elde edilmiştir. Su stresi azaldıkça kükürt dozuna bağlı Spad değerlerinde kararsız bir durum görülmüştür. Ortalama olarak I_0 ve I_{33} sulama düzeylerinde Spad değerlerinin yüksek çıkmıştır. En yüksek Spad değeri ilk yıl I_0S_1 konusunda ($48.15 \mu\text{mol m}^{-2}$), ikinci yılda I_0S_0 ($52.09 \mu\text{mol m}^{-2}$) ve $I_{33}S_2$ ($52.10 \mu\text{mol m}^{-2}$) interaksiyonlarında belirlenmiştir. İlk yıl I_0 ve I_{33} konularında S_1 dozunun, I_{66} ve I_{100} konularında S_3 dozunun, ikinci yıl I_{33} konusunda S_2 dozunun, I_{100} konusunda S_1 dozunun I_0 ve I_{66} konularında ise S_0 (kükürt uygulanmayan) konularında Spad değerleri diğer dozlara göre daha yüksek çıkmıştır. Spad değerlerinin yüksek çıktığı konularda verimde anlamlı artışlar olmamıştır. Sulama düzeyleri arttıkça, taze üst yapraklarda SPAD değerleri azalmıştır.

Spad değerlerinin her iki yılda Sc ve LSt ile aralarındaki korelasyon ilişkileri incelenmiştir. Spad- Sc arasında

doğrusal negatif yönlü ($r^2=0.65^*$, 2015 ve $r^2=0.88^{**}$, 2016) ve Spad -LSt arasında doğrusal pozitif yönlü ($r^2=0.75^*$, 2015 ve $r^2=0.12^{ns}$, 2016) ilişkiler bulunmuştur.

Sonuç olarak, kuraklık stresi bitki gelişimini ve fizyolojik özelliklerini sınırlandıran en önemli abiyotik strestir. Araştırmamızda su stresi ölçülen tüm parametreleri olumsuz etkilemiştir. Stresin etkisini gidermek için yapraktan uygulanan kükürtün verim ve fizyolojik özelliklere önemli bir katkısı belirlenmemiştir. Stres koşullarında prolin (Iba, 2002), silikon (Ahmed ve ark., 2011) potasyum (Studer, 1993), fosfor (Sawwan ve ark., 2000), bor (Gülümser ve ark., 2005) ve kükürt (Li-na ve ark., 2005) elementlerinin kuraklık stresinin olumsuz etkilerini engellediğine ilişkin çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Kükürtün bitkide stresi önlemede başarılı olduğunu gösteren araştırmalar genel olarak kontrollü ortamlarda ve saksı koşullarında yürütülmüştür. Bizim çalışmamızda tarla koşullarında uygulanması, kükürtün etkin alımında sorunlara neden olmuştur. Kükürtün yeterince penetre olamaması klorofil içeriğinin artmasını engellemiştir. Bu durum Spad değerleri ile ortaya konulmuştur. Spad değerleri su stresine Sc ve LSt'den daha az hassasiyet göstermiştir. Stres arttıkça Sc ve LSt'de belirgin değişimler görülürken Spad değerleri kararsız ve duyarsız bir seyir izlemiştir. Sc, su stresine bitkinin gelişme dönemine bağlı olarak farklı düzeylerde tepki vermiştir. Stresten kurtulma süresi çiçeklenme döneminde diğer dönemlere göre daha uzun sürmüştür. Bitki bu dönemde meyve oluşumuna odaklandığından sulamadan ancak 2 gün sonra olağan stoma davranışı gösterebilmiştir. Hasat dönemine doğru bitki yaşlanmasına bağlı olarak Sc değerleri azalmış LSt değerleri artmıştır.

ÖZET

Amaç: Araştırma, su stresine maruz bırakılmış pamuk bitkisinde yapraktan kükürt uygulamalarının bitki fizyolojik özelliklerine ve bitki su tüketimine etkilerini belirlemek amacıyla 2015-2016 yılında Amik Ovasında (Hatay) yürütülmüştür.

Yöntem ve Bulgular: Araştırma, Carisma çeşidi pamuk bitkisinde tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde yürütülmüştür. Denemede elverişli kapasitenin 3 farklı sulama düzeyinde sulanan (I_{100} , I_{66} , I_{33}) ve sulanmayan (I_0) bitkilere yapraktan kükürt uygulamasının etkisi araştırıldı. Kükürt konuları tanık konu (S_0) ve 150 ml da^{-1} (S_1), 250 ml da^{-1} (S_2) ve 350 ml da^{-1} (S_3) dozlarında kükürtün yapraktan uygulanması ile oluşturulmuştur. Uygulamaların etkisini belirlemek amacıyla stoma iletkenliği (Sc), klorofil içeriği (Spad) ve yaprak yüzey sıcaklığı (LSt), verim ve evapotranspirasyon

parametreleri ölçülmüştür. Yapraktan kükürt uygulaması verimde beklenen artışı sağlamamıştır. Kükürt dozları verimin ilk yıl azalmasına ikinci yılda artmasına neden olmuştur. İkinci yılda kükürt uygulanmayan konuya göre verim %14 artmıştır. En yüksek verim $S_{100}K_1$ konusunda 6150 kg ha^{-1} olarak gerçekleşmiştir. Bitkinin maruz kaldığı su stresi ölçülen tüm parametrelerde azalmaya neden olmuştur. Yapraktan kükürt uygulaması stresli yapraklarda spad değerlerini artırırken stressiz yapraklarda azaldı. Stoma iletkenliği (Sc) ve yaprak yüzey sıcaklığı (LSt) ile verim arasında korelasyonu yüksek ilişkiler saptanmıştır. Spad değerlerinin strese Sc ve LSt kadar duyarlı olmadığı belirlenmiştir. Pamuğun Çiçeklenme dönemi başlangıcında maruz kaldığı stresten kurtulma süresi elma oluşum dönemi başlangıcına göre yaklaşık 2 gün daha uzun sürmüştür. Su stresi tüm konularda yaşlanma eğilimini hızlandırmıştır.

Genel Yorum: Stresin azaltılmasında kükürt uygulamalarının başarılı olduğunu gösteren araştırmalar bulunmaktadır. Bu araştırmalarda kükürt topraktan ve kontrollü ortamlarda bitkilere uygulanmıştır. Yapraktan uygulamada aynı başarı gerçekleşmemiştir. Su stresi bitkide incelenen fizyolojik özellikleri olumsuz yönde etkilerken yapraktan kükürt uygulaması bu olumsuzluğu anlamlı şekilde giderememiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Pamuk bitkisinde su stresinin olumsuz etkisini gidermek için yapraktan gübrelemenin etkilerini araştıran çok fazla araştırma bulunmamaktadır. Bu araştırma yapraktan uygulanan elementel kükürtün su stresi koşullarında pamuğun bazı fizyolojik özelliklerine ve evapotranspirasyon değerine etkilerini ortaya koymasından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık toleransı, kükürt, sulama düzeyi, pamuk.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TUBİTAK tarafından 214O254 no'lu proje kapsamında desteklenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Condon AG, Farquhar GD, Richards RA (1990) Genotypic variation in carbon isotope discrimination and transpiration efficiency in wheat. Leaf gas exchange and whole plant studies. *Aust. J. Plant Physiol.* 17: 9-22.
- Dietz KJ (1989) Recovery of spinach leaves from sulphate and phosphate deficiency. *J. Plant Physiol.* 134: 551-557.
- Duke SH, Reisenauer HM (1986) Roles and requirements of sulfur in plant nutrition. (Ed: Tabatabai, MA), *Sulfur in Agriculture.* 27:123-168.
- Fox RL, Olson RA, Rhoades HF (1964) Evaluating the sulfur status of soils by plants and soil tests. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 28:243-246.
- Haliloğlu H, Yılmaz A, Beyyavaş V (2006) Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) farklı dönemlerde yaprak gübresi uygulamalarının bitkisel ve lif teknolojik özelliklerine etkisi. *Tarım Bilim. Derg.* 12(1): 7.
- Howell TA, Davis KR, McCormick RL, Yamada H, To Walhood V, Meek DW (1984) Water use efficiency of narrow row cotton. *Irrig. Sci.* 5:195-214.
- Jie X, Dong Q, Li-Na Z (2008) Effects of sulfur nutrition on the chlorophyll content of maize leaf under zinc and drought stress. *Agric. Res. Arid* 2: 10-16.
- Jones HG (1999) Use of thermography for quantitative studies of spatial and temporal variation of stomatal conductance over leaf surfaces. *Plant Cell Environ.* 22: 1043-1055.
- Kacar B, Katkat V (2007) *Bitki Besleme.* Nobel Yayınları. Ankara. 382s.
- Kerepesi I, Galiba G (2000) Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. *Crop Sci.* 40: 482-487.
- Lawlor DW, Cornic G (2002) Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environ.* 25: 275-294.
- Li-Na Z, Dong Q, Li-Li S, Wei-Jie Y (2005) Effects of sulfur fertilization on the contents of photosynthetic pigments and mda under drought stress. *Acta Bot. Sin.* 8: 14-21.
- Loka DA, Oosterhuis DM (2014) Water-deficit stress effects on pistil biochemistry and leaf physiology in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *S. Afr. J. Bot.* 93: 131-136.
- Lu ZM, Chen J, Percy RG, Calvin OQ, Zeiger E (1998) Stomatal conductance predicts yields in irrigated Pima cotton and bread wheat grown at high temperatures. *J. Exp. Bot.* 49: 453-460.

- Lu ZM, Chen J, Percy RG, Zeiger E (1997) Photosynthetic rate, stomatal conductance and leaf area in two cotton species (*Gossypium barbadense* and *Gossypium hirsutum*) and their relation to heat resistance and yield. Aust. J. Plant Physiol. 24: 693-700.
- Mansfield TA, Davies WJ (1981) Stomata and stomatal mechanisms. (Eds: Paleg LG, Aspinall D) The Physiology and biochemistry of drought resistance in plants. 315-346.
- Marani A, Baker DN, Reddy VR, McKinion JM (1985). Effect of water stress on canopy senescence and carbon exchange rates in cotton. Crop Sci. 25: 798-802.
- Passioura JB, Condon AG, Richards RA (1993) The development of leaf area and crop productivity. (Eds: Smith Jac, Griffiths H) Water Deficits: Plant responses from cell to community: 253-264.
- Radin JW (1981) Water relations of cotton plants under nitrogen deficiency: IV. Leaf senescence during drought and its relation to stomatal closure. Physiol. Plant. 51(1): 145-149.
- Radin JW, Turcotte EL, Percy RG, Zeiger E (1994) High yields in advanced lines of Pima cotton are associated with higher stomatal conductance, reduced leaf area and lower leaf temperature. Physiol. Plant. 92: 266-272
- Saeed B, Khan AZ, Khalil SK, Ur Rahman H, Ullah F, Gul H, Akbar H (2013) Response of soil and foliar applied nitrogen and sulfur towards yield and yield attributes of wheat cultivars. Pak. J. Bot. 45(2): 435-442.



Effects of vegetable production on income and livelihood of rural households in Nigeria

Nijerya'da sebze üretiminin kırsal hanelerin gelir ve geçim kaynakları üzerindeki etkileri

Ridwan MUKAILA¹, Abraham FALOLA², Sheu-Usman Oladipo AKANBI², Angela Ebere OBETTA¹,
Lynda Ogechi EGWUE¹, Tochukwu Linda ONAH¹

¹Department of Agricultural Economics, University of Nigeria, Nsukka, Enugu State, Nigeria

²Department of Agricultural Economics and Farm Management, University of Ilorin, P. M. B. 1515, Ilorin, Kwara State, Nigeria.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Ö Z E T / A B S T R A C T

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1067195](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1067195)

Geliş tarihi /Received:03.02.2022

Kabul tarihi/Accepted:28.03.2022

Keywords:

Food insecurity, livelihood, poverty alleviation, rural households, vegetable farming.

✉ Corresponding author: Ridwan MUKAILA

✉: ridwan.mukaila@unn.edu.ng

Aims: The growing level of food insecurity and poverty in developing nations, especially among rural households, requires more effort and measures to curb it. Engaging in vegetable production by rural households can play a significant role in alleviating poverty, improving their nutritional status and livelihood. This study, therefore, investigates the effect of vegetable production on rural farmers' income and households' livelihood in Nigeria.

Methods and Results: Data collected from 400 vegetable farming households were analysed using descriptive statistics and multiple regression. The results revealed that vegetable farming is a female-dominated venture (89.4% females). The regression results revealed that vegetable output had a positive and significant effect on rural households' income. Other factors that influenced farmers' income were household size, access to credit and farm size. Furthermore, vegetable production had positive effects on rural households' livelihood by providing employment, income, basic needs, food, paying for school fees, improving their nutritional status and standard of living. Pests and diseases, poor storage facilities, post-harvest loss, inadequate credit facilities, high cost of inputs, poor knowledge of irrigation, poor transportation and poor extension services were the severe constraints faced in vegetable production.

Conclusions: It can be inferred that vegetable production contributed immensely to rural households' economic status, livelihood and wellbeing. Although, the venture was faced with some challenges. Therefore, the provision of accessible and affordable credit facilities by banks, government and non-governmental organizations to the farmers is important as this would encourage them, curb most of the constraints and increase their income.

Significance and Impact of the Study: Understanding the effects of vegetable production on the income and livelihoods of rural dwellers will enhance participation. Therefore, the outcome of this study would allow policymakers to intervene in its production in view to lower poverty and malnutrition, and improve rural households' wellbeing.

Atf / Citation: Mukaila R, Falola A, Akanbi SUO, Obetta AE, Egwue LO, Onah TL (2022) Effects of vegetable production on income and livelihood of rural households in Nigeria. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 213-223. DOI: [10.37908/mkutbd.1067195](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1067195)

INTRODUCTION

The realization of the potential of vegetable production in meeting up with the necessities of life has made farmers embark on its production, not just for immediate consumption, but also for sale to improve their livelihood and wellbeing (Asadu et al., 2018). Thus, vegetable production can be targeted towards poverty alleviation, nutrition and food security programs in developing nations due to its numerous importance. It increases farmers' access to cash for necessities of life and promotes farm operation. These make the production of vegetables go beyond backyard production for household consumption to large-scale levels for national and international markets (Heinemann, 2002). It provides more employment per hectare of land, off-farm and on-farm than other agricultural ventures (FAO, 2020). Vegetables do not serve as means of livelihood to farmers alone but to many intermediaries such as wholesalers, retailers and farm agents who are involved in its value chain and responsible for its movement from the farmers to the consumers. Thus, vegetable production has a great tendency to curb the problem of malnutrition and the high poverty rate among rural people (Imathiu, 2021; Schreinemachers et al., 2018).

Vegetable farming has been ongoing for decades in Nigeria, contributing to income and serving as means of employment for the growing population, especially dry season vegetable farming (Mukaila et al., 2021; Sabo and Zira, 2009). Nigerian vegetable output in 2020 was 15.7 million tonnes (Knoema, 2021). This immensely increased from what the country produced (3.11 million tonnes) in 1970 (Knoema, 2021). Vegetables are easily grown, require little production input, rich in minerals and vitamins, have an anti-oxidant property and contain phytochemicals. Apart from the economic importance of vegetable crops, they form part of the daily human diet globally, supplying the body with nutrients necessary for a healthy life (Ngegba et al., 2016). Due to its high nutritional components and health benefits, a minimum of 400g consumption per day in conjunction with fruits is recommended (FAO, 2020).

Globally, the need to reduce the high poverty rate and food insecurity, especially in the rural areas of Sub-Saharan Africa continues to gain much attention among researchers and policymakers (Mukaila et al., 2020; Mukaila et al., 2021a). Globally, up to 811 million people are hungry (FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO, 2021). Food insecurity and undernourishment keep increasing in Africa as more than 250 million people are undernourished out of which Sub-Saharan Africa alone

harbours 239.1 million people (FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO, 2020). Nigeria is not excluded as 57.7% of the population were food insecure (FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO, 2021). Also, the developing countries harbour more than 80% of the global extremely poor people (De La O Campos et al., 2018). Over 50% of Africa's population were extremely poor (World Bank, 2019). The poverty level in Sub-Saharan Africa is on the high side as the region harbours over 56% of the global extreme poor people (Beegle & Christiaensen, 2019; World Bank Group, 2018). Nigeria is not immune to this menace as 40.1% (Over 85 million people) of its population were poor (National Bureau of Statistics, 2020). Engaging in vegetable production can play a significant role in alleviating poverty, ensuring food security, improving nutritional status and livelihood.

Despite vegetable production potentials, previous studies on vegetables focused on their profitability, efficiency and marketing (Isitor et al., 2016; Ngegba et al., 2016; Schreinemachers et al., 2016; Timsina and Shivakoti, 2018; Tsiboe et al., 2019; Mukaila et al., 2021) without investigating its contribution to household income and livelihood. There is thus a need to examine if vegetable production has improved the income, livelihood and wellbeing of rural people. This is important as it would allow policymakers to intervene in its production in view to improving rural households' wellbeing. Because of this, this study was aimed to fill the research gap by assessing the effect of vegetable production on rural households' income and livelihood. Specifically, the present study: described the vegetable farmers' socioeconomic characteristics; identified the determinants of vegetable farmers' income; investigated the effect of vegetable production on farming households' livelihood and identified the constraints faced in vegetable farming.

MATERIALS and METHODS

Study area

The study was carried out in Nigeria. Agriculture is a major means of livelihood, especially the rural areas. The country has a landmass of 923,769 square kilometres (Mukaila, 2021; World Bank, 2019). Oyo and Kwara State are among the states widely involved in agricultural activities. Oyo State is an inland state, with an approximate land mass of 28,454 km², located in the Southwestern part of the country. Kwara state is located in the northcentral part of the country with an approximate land area of 36,825 km². Crops such as maize, rice, cassava, cowpea, yam, sorghum, groundnut, sweet potatoes, wheat, beans and vegetables are widely

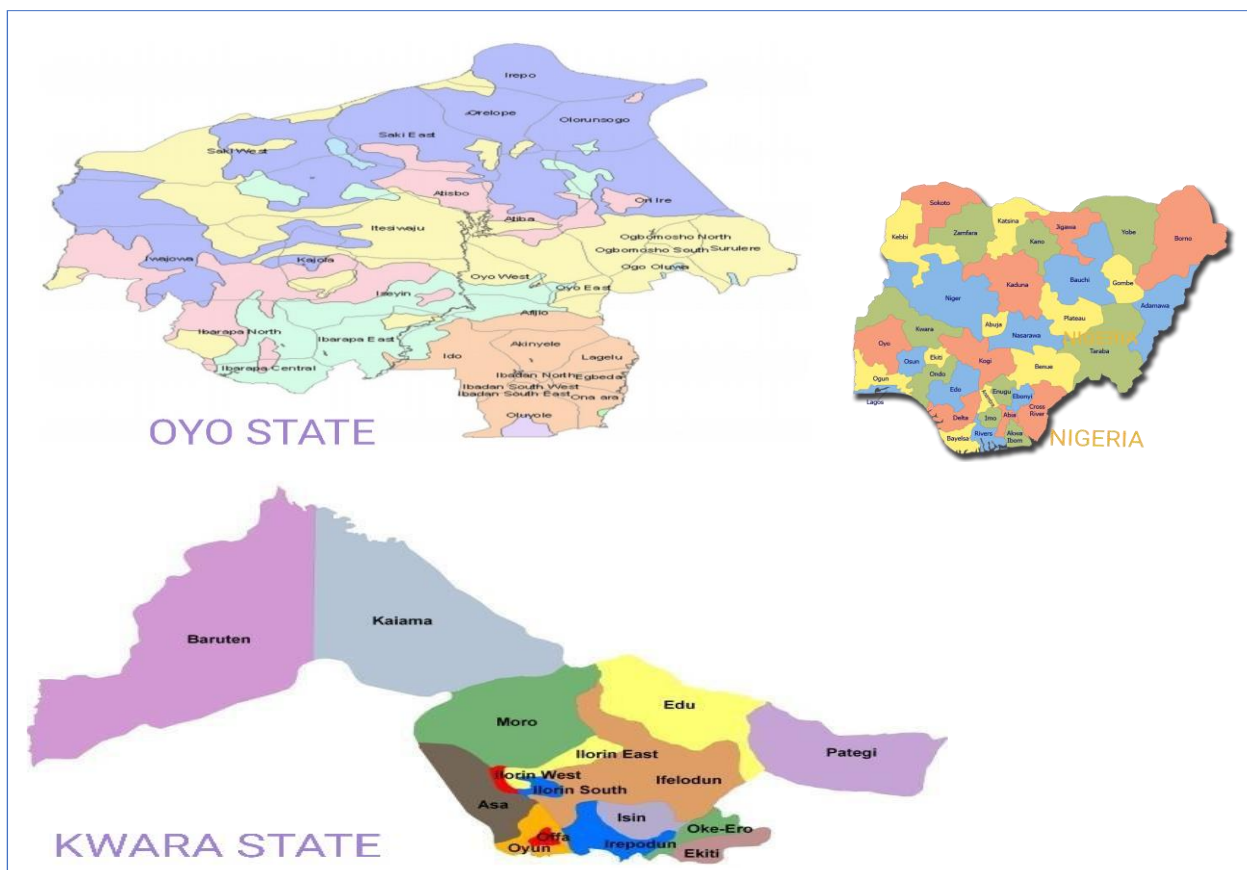


Figure 1. Map of the study area showing the two states selected
 Source: Authors’ design, 2022

grown in the country. Rural vegetable farmers make up the population for this study.

Sampling techniques and data collection

A multi-stage sampling technique was used in the selection of sampled households that provided data for this study. In the first stage, two states were randomly selected (Oyo State from the South-west and Kwara State from the North-central geopolitical zone). Thereafter, four Local Government Areas (LGAs) were selected randomly from each state, making eight LGAs. The third stage involved a random selection of five rural farming communities from each LGA, making 40 rural communities. Lastly, ten vegetable farming households were selected randomly from each farming community, thus making 400 farming households for this study. Primary data were collected from the vegetable farmers using a semi-structured questionnaire coupled with an interview schedule. The data covered information such as their socio-economic characteristics, farming households’ decision for engaging in vegetable production, perceived benefits derived from vegetable production and constraints to vegetable production, among others.

Data analysis

The analytical tools used to analyse the data for this study were descriptive statistics and multiple regression. Descriptive statistics, involving frequency and percentage for dummy and ordinary scaled variables and mean for continuous variables, was used to describe the socio-economic characteristics of the vegetable farmers. Multiple regression was used to examine the factors affecting vegetable farmers’ income.

Following Fadipe et al. (2014) and Mukaila et al. (2021a,b), multiple regression was used to examine the effect of vegetable production on farmers’ income and identify other determinants of farmers’ income. It is explicitly expressed as:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 V + \beta_2 A + \beta_3 HS + \beta_4 ED + \beta_5 FE + \beta_6 FS + \beta_7 AE + \beta_8 AC + e \dots \dots \dots (1)$$

Where Y is the annual income (NGN, ₦), V is vegetable production in terms of its yield (kg per ha), A is the age of the farmers (years), HS is the household size (number of people in the household), ED is the educational level of the farmer (years), FE is the farming experience (years), FS is farm size (hectare), AE is access to extension service (1 = yes, 0 = no), AC is access to credit

loan facilities (1 = yes, 0 = no), β_0 is constant, β_1 to β_8 are the coefficients and e is the error term.

A five-point Likert scale score was used to explore how vegetable production has improved farmers' livelihood based on their perception and to identify constraints faced in vegetable production, as it was used in previous studies (Kshash, 2019; Obeta et al., 2020). A set of constraints were itemized and the farmers were asked to indicate their perceived level of severity to each of the problems (the same was done for perceived benefits). The scale ranges from extremely severe (5), very severe (4), severe (3), mild severe (2) to not severe (1). A mean score of 3.0 was used as the decision point for considering a constraint as severe and the respondents' average score on each item was obtained. Any constraint with a mean value equal to or greater than 3 was considered severe problems while those that were less than 3 were considered not severe constraints. The weighted score and mean were used to rank the listed constraints based on their severity. Similarly, any benefit with a mean value equal to or greater than 3 was considered a major benefit while those that were less than 3 were considered minor benefits.

RESULTS and DISCUSSION

Socioeconomic characteristics of vegetable farmers

Socioeconomic characteristics of vegetable farmers varied (Table 1). The results presented in Table 1 revealed that vegetable farming was dominated by female farmers. The few males involved in vegetable production in the study area usually grow okra and tomatoes while the female farmers usually grow leafy vegetables. The majority of the vegetable farmers were adults and there was low youth participation in vegetable farming as previously indicated by Ayodele et al. (2021). The majority of the vegetable farmers were married and had a large household size which is not surprising as rural households comprised of extended family. The rural farmers, especially in Sub-Saharan

Africa, care to have many people in their household to be used as labour on the farm. This large household size assists them in the production of vegetables and other farming activities.

A relatively high level of illiteracy exists among the vegetable farmers. This low formal education could affect them in decision making relating to adopting innovation as the higher educational status is expected to be accompanied by the adoption of innovation, accessibility of information and their usage for increased vegetable production. The vegetable farmers cultivated an average of 1.87 hectares of land indicating small-scale farming. Regarding cooperative society where vegetable farmers can pool their resources to venture into large scale production and get inputs at a lower price, the level of participation was very low. This contributed to their low access to credit facilities as cooperative society is an important means of informal finance to rural farmers (Falola et al., 2022). Ashagidigbi et al. (2018) also reported low access to credit among vegetable farmers. Similarly, access to extension services was low with the number of contacts ranging from one to two times a year. This implies that the majority of the farmers did not have access to extension agents who can educate them on the best vegetable farming practice and introduce innovation to them. The vegetable farmers had an average monthly income of N28,745.43 (USD 69.94). Vegetable production accounted for over 80% of their income while other farm income accounted for a lesser proportion of their income. This suggests that vegetable production is a profitable venture and had a significant effect on their economic status. Farming is the main occupation in the study area accounting for 82.2% of the workforce. The vegetable farmers had an average farming experience of about 22 years. Thus, the vegetable farmers can be described as well-experienced farmers who are knowledgeable about growing of vegetables and other farming activities. This further shows that vegetable production is an aged long venture in the study area.

Table 1. Socio-economic characteristics of vegetable farmers

Characteristic	Category	Percentage (n=400)	Mean
Gender	Male	10.6	
	Female	89.4	
Age	≤40	14.4	54.51
	41-50	18.8	
	51- 60	35.6	
	>60	31.1	

Source: Authors' computation from field survey, 2021.

Table 1 (continued). Socio-economic characteristics of vegetable farmers

Characteristic	Category	Percentage (n=400)	Mean
Marital status	Married	88.3	
	Single	11.7	
Educational status	No formal education	42.8	
	Primary education	32.2	
	Secondary education	21.1	
	Post-secondary education	3.9	
Household size	≤4	15.2	9
	5-7	35.9	
	>7	48.9	
Total farm size (ha)	0.4-2.39	83.9	1.87
	2.4-3.99	12.2	
	≥4	3.9	
Cooperative membership	Non-member	81.7	
	Member	18.3	
Access to credit	Without access	73.3	
	With access	26.7	
Monthly income (₦)	10,000 - 20,000	18.7	28,745.43
	20,001-30,000	32.1	
	30,001-40,000	47	
	≥40,000	2.3	
Access to extension services	With access	33.3	
	Without access	66.7	
Primary occupation	Farming	82.2	
	Civil servant	1.7	
	Trader	12.2	
	Artisan	3.9	
Farming experience (years)	≤10	22.8	22.31
	11-20	30	
	21-30	22.2	
	≥30	25	

Source: Authors' computation from field survey, 2021

Vegetable crops grown in the study area

The vegetables cultivated among the farmers varied (Table 2). All vegetable farmers always cultivate *Corchorus olitorius* L. (Jute mallow). The majority of farmers always cultivate *Amaranthus hybridus* L. (Green amaranth) and *Celosia argentea* L. (Plumed cockscomb). The majority of farmers always cultivate *Abelmoschus esculentus* L. (Okra or ladies' finger) and *Capsicum annum* L. (Pepper). A significant proportion of farmers always grow *Solanum lycopersicum* L. (Tomatoes). A significant proportion of the farmers cultivated *Telfairia occidentalis* Hook F. (Fluted pumpkin) and *Talinum*

triangulare Jacq. (Waterleaf). This result suggests that vegetables were widely grown and consumed in the study area. In terms of the vegetable level of production, jute occupies the largest proportion of the vegetable field followed by green amaranth while water leaf occupies the least proportion. It is worth noting that the majority of the farmers always supply their vegetables to wholesalers and retailers while few of them always sell directly to the final consumer (this is common among farmers with a small plot of the vegetable farm due to their low output).

Table 2. Vegetable crops cultivated in the study area

Vegetable	Always Frequency (%)	Occasionally Frequency (%)	Never Frequency (%)	Likert Mean
<i>Corchorus olitorius</i>	400 (100)	0 (0)	0 (0)	3
<i>Amaranthus hybridus</i>	392 (98)	8 (2)	0 (0)	2.96
<i>Celosia argentea</i>	324 (81)	64 (16)	12 (3)	2.80
<i>Capsicum annuum</i>	160 (40)	184 (46)	56 (14)	2.26
<i>Solanum lycopersicum</i>	180 (45)	136 (34)	84 (21)	2.24
<i>Abelmoschus esculentus</i>	112 (28)	184 (46)	104 (26)	2.02
<i>Telfairia occidentalis</i>	64 (16)	192 (48)	144 (36)	1.80
<i>Talinum triangulare</i>	76 (19)	144 (36)	180 (45)	1.73

Source: Authors' computation from field survey, 2021.

Determinants of vegetable farmers' annual income

Vegetable production in terms of its output had a positive and significant effect on vegetable farmers' annual income (Table 3). This suggests that an increase in vegetable output will increase farmers' income. This implies that the growing of vegetables is very important to the rural farmers' income and plays a significant role in their households' economic status. Vegetable production serves as a significant source of income to the farmers and helps them with the cash needed for their daily households' needs.

Household size positively influenced farmers' total annual income. This disagrees with Fadipe et al. (2014)

that household size had a negative effect on income. An increase in household size can increase farmers' output through serving as family labour for vegetable production and assisting in the marketing of the produce. This will, in turn, increase the income earned by farmers. Furthermore, the availability of family labour can influence farmers' decision to seek and cultivated more land which will, in turn, increase the vegetable output and income derived from it. This result is in tandem with the finding of Mukaila et al. (2021b) who reported that household size had a positive influence on rural income.

Table 3. Factors influencing vegetable farmers' annual income

Variables	Coefficient	Std. Error	T	P>t
Vegetable output	3.8147***	0.3430	11.1216	0.0000
Age	613.3932	430.4654	1.4250	0.1581
Household size	10528.7621***	1579.6742	6.6651	0.0000
Education	475.4509	4528.1489	0.1050	0.9171
Years of farming experience	-253.7182	439.0221	-0.5779	0.5651
Farm size (hectare)	14175.8721***	4921.5878	2.8803	0.0051
Access to extension service	-2110.5734	7156.7479	-0.2949	0.7687
Access to credit facilities	12843.0456*	6998.7932	1.8350	0.0680
Constant	-95981.4654***	27359.0788	-3.5082	0.0010
R-square = 0.73				
F (8, 81) = 27.49				
Prob>f = 0.0000				

Source: Authors' computation from field survey, 2021; *** $p \leq 0.01$, * $p \leq 0.1$.

Farm size also influenced vegetable farmers' income positively. This suggests that an increase in farm size will increase farmers' income. This result implies that vegetable farmers who cultivated larger farmland produced more vegetables which will, in turn, increase the farmers' income. Whereas farmers that have a smaller farm size under cultivation will have fewer

vegetables for public consumption and less income derived from it, *ceteris paribus*. This corroborates previous findings that household size positively influenced farmers' income (Nzabakenga et al., 2013; Fadipe et al., 2014; Ryś-jurek, 2019; Mukaila et al., 2021a).

Access to credit was positively significant in relation to vegetable farmers' income (Table 3). This suggests that the more access farmers have to credit facilities, the higher their income. This is because access to credit paves way for farmers to improve on their production. Access to credit increased the capital available to a farmer which is used in farming activities, this will increase such farmer's level of investment and output. An increase in output will thus increase the annual income of the farmers. A similar result was reported by Mukaila et al. (2021a) that access to credit enhances smallholder farmers' income.

Effect of vegetable production on the livelihood of the rural farming households

The distribution of vegetable farmers according to their perceived effect of vegetable production on the

households' livelihood was presented in Table 4. About 95 per cent of the farmers strongly agreed that vegetable production is a source of employment to them and their households. The household members assist the farmers in vegetable production activities and marketing of the vegetable produce, thereby providing a means of livelihood to them. The majority strongly agreed that the growing of vegetables served as a source of income and/or increased their income. Rai et al. (2019b) also reported that vegetable farming serves as a source of income and employment. Furthermore, the majority of the farmers also strongly agreed that vegetable production helps them in meeting their basic needs of life by providing a daily income to their households. This is as a result of the selling of leafy vegetables such as *Corchorus olitorius* and *Amaranthus hybridus* daily.

Table 4. Perceived effects of vegetable production on the livelihood of rural households

Benefit	S.A. %	Agree %	Und.%	Disagree %	SDIS.%	Likert Mean
Employment	94.5	5.5	0	0	0	4.92
Provision of daily income	89	11	0	0	0	4.89
Meeting basic needs	85.6	14.4	0	0	0	4.41
Increased food availability	55	44.4	0.6	0	0	4.54
Improved nutrition	81.1	18.9	0	0	0	4.44
Payment of Children school fees	70	27.8	2.2	0	0	4.70
Improved standard of living	62.2	33.9	3.9	0	0	4.14
Increase savings	54.4	38.9	6.7	0	0	4.39

Source: Authors' computation from field survey, 2021; S.A. = strongly agree, Und. = undecided, SDIS. = strongly disagree.

More than half of the farmers strongly agreed that vegetable production increased food available to their households. Through the provision of daily income from vegetable farming, the farmers were able to purchase foods that were not produced on the farm thereby improving their food security status. This supports Mathewos et al. (2018) that vegetable contributes to households' food consumption. The majority of the farmers strongly agreed that vegetable farming improved their nutritional status. As it is well known that being food secure is not only about consuming any food but eating nutritional foods. Utilization of nutrients from consuming vegetables will improve their nutritional status by supplying their body with several nutrients such as vitamins, potassium, magnesium, calcium, iron, beta-carotene, dietary fibre, folate (folic acid) and other nutrients that contribute to their healthy life. From the income derived from vegetable production, the majority of the farmers were able to send their children to school and improve their standard of living. The farmers also agreed that vegetable production helped them to save

for a future purpose. Further analysis revealed that all the listed benefits derived from vegetable farming had a mean score greater than the mean of the Likert score (3.0). This suggests that all the benefits derived from vegetable production as perceived by the farmers were major benefits and effective. These results imply that vegetable production had a positive effect on the livelihood of the rural farming households and improved their wellbeing. This supports the findings of previous studies (Asongwe et al., 2014; Rai, 2017; Rai et al., 2019).

Constraints faced in vegetable production

The constraints faced by vegetable farmers in vegetable production were presented in Table 5. The farmers agreed that pest and diseases was a severe constraint faced in vegetable production and it was ranked first among the constraints. This suggests that pests and diseases were a major challenge to vegetable production. Pest attacks and diseases caused serious damage to the vegetable grown in the area. Most of the farmers find it difficult to effectively control the pests

and diseases due to the high cost of pesticides and poor knowledge of controlling them. This lowers the quality and quantity of their output which affected the price and consequently their income. This supports previous findings that pests and diseases are major constraints in vegetable farming (Kumar et al., 2018; Manu et al., 2019). The farmers were also faced with the problem of the poor storage structure which agrees with the findings of Manu et al. (2019). Most of the farmers do not have a storage structure where they can store their products after harvest. Considering the perishability of the produce, it is a big challenge if they were unable to sell their products the same day it was harvested, especially the leafy vegetables. This hinders their production activities and resulted in a post-harvest loss. There was a high loss in vegetables between the harvesting period and consumption due to poor infrastructures mitigating the marketing system. The post-harvest loss was, therefore, agreed to be a severe constraint by the farmers. This resulted in poor pricing and a reduction in their income. Wongnaa et al. (2019) reported a similar finding that postharvest loss severely affected exotic vegetable production.

Poor credit facilities also hinder vegetable production. The farmers were unable to access loans from the commercial bank due to lack of collateral and the majority did not belong to a cooperative society where they can easily access funds/credit. The importance of capital in agriculture cannot be overemphasized as the choice to large scale farming strongly depends on the farmer's access to farming capital. This poor access to credit facilities makes the farmers use only their resources/funds to carry out vegetable production, whereas this personal funding is not enough for them to operate on a large scale. This makes most of the farmers remain stagnant at the small-scale level. The high cost of inputs (herbicides, pesticides, insecticides, seeds and fertilizer) was also a severe constraint faced in vegetable production in the study area. The high prices accruing to

agricultural inputs (whereas capital available for the production process by farmers is quite small) constitutes a serious barrier to increasing production. This is in line with the findings of Manu et al. (2019) and Wongnaa et al. (2019) that high cost of input severely affected vegetable farmers in their production activities.

Poor knowledge of irrigation was also considered a severe constraint to vegetable farming by the farmers. Vegetable farming requires a constant water supply for its effective production, especially, during the dry season. Poor knowledge of irrigation hinders farmers from its usage. This affects their production activities during the dry season and resulted in low vegetable output. Furthermore, inadequate transportation and poor road network to transport produce to the market were also severe barriers to vegetable production. Poor road conditions increased the time spent transporting the produce to the market thereby reducing the level of production and increasing the cost of production. Poor road conditions also resulted in the damaging of vegetable crops, especially tomatoes, before getting to the market. This led to low quality and poor pricing of tomatoes and other vegetables.

Poor extension service also contributed to the constraints faced by farmers in vegetable production. There were few readily available extension agents to disseminate useful information on the best vegetable farming practice and to introduce new technologies in farming. For this, most of the vegetable farmers still operate traditionally which resulted in low output. This agrees with the findings of Kshash (2019) and Manu et al. (2019). Farmers also faced the problem of poor market/pricing due to damage caused to the produce and the inability to store the vegetables. These make the farmers sell at a low price to avoid further spoilage to the product if it is unsold till the following day. Rai et al. (2019a) reported a similar result that price fluctuation was a severe constraint that affected vegetable farmers.

Table 5. Constraints faced in vegetable production

Constraints	ES %	VS %	S %	MS %	NS %	WS	LM	R
Pest and diseases	45.4	38.9	11.1	3.3	1.1	764	4.24	1 st
Poor storage facilities	40	35.6	18.9	3.3	2.2	734	4.08	2 nd
Post-harvest loss	38.9	31.1	17.8	10	2.2	710	3.94	3 rd
Poor credit facilities	26.7	34.4	23.3	11.1	4.4	662	3.68	4 th
High cost of inputs	14.4	33.3	30	17.7	4.4	604	3.36	5 th
Poor knowledge of irrigation	18.8	30	23.3	20	7.7	598	3.36	6 th
Poor transportation	20	26.7	26.7	18.8	7.7	598	3.32	7 th
Poor extension	17.8	27.8	25.6	24.5	4.4	594	3.30	8 th

Source: Authors' computation from field survey, 2021; ES = extremely severe, VS = very severe, S = severe, MS = mild severe, NS = not severe, WS = weighted score, LM = Likert mean and R = rank.

Table 5 (continued). Constraints faced in vegetable production

Constraints	ES %	VS %	S %	MS %	NS %	WS	LM	R
Poor market/pricing	12.21	18.8	33.3	20	15.6	546	3.08	9 th
Soil infertility	5.5	25.6	24.4	43.3	1.1	524	2.91	10 th
Non-availability of quality seed	14.4	15.5	33.3	16.7	20	518	2.88	11 th
Inability to hire labour	6.1	22.2	24.4	23.3	23.9	432	2.40	12 th
Weed	1.1	3.3	7.8	51.1	36.7	326	1.78	13 th

Source: Authors' computation from field survey, 2021; ES = extremely severe, VS = very severe, S = severe, MS = mild severe, NS = not severe, WS = weighted score, LM = Likert mean and R = rank.

Consequently, the study concludes that vegetable production contributed immensely to rural household income, economic status, livelihoods and wellbeing. Thus, vegetable production is very important for rural farmers' revenue, refining economic wellbeing and quality of rural households' life, and can be targeted as a tool to improve livelihood, alleviate poverty, reduce malnutrition and food insecurity in rural areas. Despite vegetable production importance, farmers were faced with constraints such as pests and diseases, poor storage facilities, post-harvest loss, inadequate credit facilities, high cost of inputs, poor knowledge of irrigation, poor transportation and poor extension services.

This study calls for the provision of accessible, available and affordable credit facilities by banks, government, non-governmental organisations and relevant bodies to the vegetable farmers at a lower or no interest rate. This would encourage more participation in vegetable farming, especially the youths, increase farmers' income, curb most of the constraints faced in vegetable farming and better rural households' wellbeing. Designating more extension agents to the rural areas to educate and enlighten the vegetable farmers on the use of irrigation systems and modern farming practices is very important. This would enable the farmers to produce vegetables all year round and make more profit, ceteris paribus. This will, in turn, increase their output and income generated from vegetable farming. Considering the perishable nature of vegetables and high post-harvest loss due to lack of storage facilities, there is a serious need to develop and make available central storage facilities where farmers can effectively store their vegetables. This would help to control price instability or poor pricing due to post-harvest loss. All the aforementioned recommendations will better the livelihood and wellbeing of the rural farmers including their household members both in the short and long run.

ÖZET

Amaç: Gelişmekte olan ülkelerde, özellikle kırsal kesimdeki hanelerde artan gıda güvensizliği ve

yoksulluğun önüne geçmek için daha fazla çaba ve önlem gerekmektedir. Kırsal hanelerin sebze üretimine katılması, yoksulluğun azaltılmasında, beslenme durumlarının ve geçim kaynaklarının iyileştirilmesinde önemli bir rol oynayabilir. Bu nedenle, bu çalışma Nijerya'da sebze üretiminin kırsal çiftçilerin geliri ve hane halkının geçim kaynakları üzerindeki etkisini araştırmaktadır.

Yöntem ve Bulgular: Sebze yetiştiren 400 haneden toplanan veriler, tanımlayıcı istatistikler ve çoklu regresyon kullanılarak analiz edildi. Sonuçlar, sebze çiftçiliğinin kadın egemen bir girişim olduğunu ortaya koydu (%89,4 kadın). Regresyon sonuçları, sebze üretiminin kırsal hanelerin geliri üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Çiftçilerin gelirini etkileyen diğer faktörler hane büyüklüğü, krediye erişim ve çiftlik büyüklüğü idi. Ayrıca sebze üretimi, istihdam, gelir, temel ihtiyaçlar, gıda, okul ücretlerinin ödenmesi, beslenme durumlarını ve yaşam standartlarını iyileştirerek kırsal kesimdeki hanelerin geçim kaynakları üzerinde olumlu etkiler yarattığı gözlenmiştir. Zararlılar ve hastalıklar, yetersiz depolama tesisleri, hasat sonrası kayıplar, yetersiz kredi olanakları, yüksek girdi maliyetleri, yetersiz sulama bilgisi, yetersiz ulaşım ve yetersiz yayım hizmetleri, sebze üretiminde karşılaşılan en ciddi kısıtlamalar olarak belirlenmiştir.

Genel Yorum: Sebze üretiminin kırsal hanelerin ekonomik durumuna, geçimine ve refahına büyük katkı sağladığı söylenebilir. Bununla birlikte, girişimler bazı zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle, çiftçilere bankalar, devlet ve sivil toplum kuruluşları tarafından erişilebilir ve uygun fiyatlı kredi imkanları sağlanması, çiftçileri teşvik edeceği, kısıtlamaların çoğunu azaltacağı ve gelirlerini artıracığı için önemlidir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Sebze üretiminin kırsal kesimde yaşayanların gelir ve geçim kaynakları üzerindeki etkilerini anlamak katılımı artıracaktır. Bu nedenle, bu çalışmanın sonucu, politika yapıcıların yoksulluğu ve yetersiz beslenmeyi azaltmak ve kırsal kesimdeki hanelerin refahını iyileştirmek için üretime müdahale etmesine izin verecektir.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvensizliği, geçim kaynağı, yoksulluğun azaltılması, kırsal haneler, sebze yetiştiriciliği.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES



- Asadu AN, Ozioko RI, Dimelu MU (2018) Climate change information source and indigenous adaptation strategies of cucumber farmers in Enugu State, Nigeria. *J. Agric. Exten.* 22(2): 136-146.
- Ashagidigbi WM, Amos TT, Azeez F (2018) Contribution of fluted pumpkin leaf production by women to household income in the tropics. *Int. J. Veg. Sci.* 24(3): 205-211.
- Asongwe GA, Yerima BPK, Tening AS. (2014) Vegetable production and the livelihood of farmers in Bamenda Municipality, Cameroon. *Intl. J. Cur. Microbio. Appl. Sci.* 3(12): 682-700.
- Ayodele OO, Aboaba KO, Oladeji SO, Tolorunju ET (2021) Factors affecting productivity and intensity of market participation of leafy vegetable growers. *Intl J. Veg. Sci.* 27(1): 96-101.
- Beegle K, Christiaensen L (2019) Accelerating poverty reduction in Africa. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1232-3>.
- De La O Campos AP, Villani C, Davis B, Takagi M (2018) Ending extreme poverty in rural areas-Sustaining livelihoods to leave no one behind. FAO. <https://www.fao.org/publications/card/en/c/CA1908EN/>. (Accessed on 17/3/2021).
- Fadipe AEA, Adenuga AH, Lawal A (2014) Analysis of income determinants among rural households in Kwara State, Nigeria. *Trakia J. Sci.* 12(4): 400-404.
- Falola A, Mukaila R, Abdulhamid KO (2022) Informal finance: its drivers and contributions to farm investment among rural farmers in Northcentral Nigeria. *Agric. Fin. Review.* <https://doi.org/10.1108/AFR-08-2021-0116>. (Accessed on 15/03/2022).
- FAO (2020) On the road to the international year of fruits and vegetables 2021: Highlighting health and nutritional benefits through sustainable production and consumption of fruits and vegetables. www.fao.org/food-loss-reduction/events-and-opportunities/detail/en/c/1297167/. (Accessed on 6/7/2021).
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO (2020). The State of food security and nutrition in the world 2020. Transforming food systems for affordable healthy diets. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9692en>. (Accessed on 17/3/2021).
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP & WHO (2021) The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4474en>. (Accessed 1 March 2022).
- Heinemann E (2002) The role and limitations of producer associations. European forum for rural development cooperation. September 04-06 2002, Mont Pellier, France.
- Imathiu S (2021) Neglected and underutilized cultivated crops with respect to indigenous African leafy vegetables for food and nutrition security. *J. Food Sec.* 9(3): 115-125.
- IsitorSU, Otunaiya AO, Iyanda JO (2016) Efficiency of vegetable marketing in peri-urban areas of Ogun State, Nigeria. *J. Agric. Sci.* 8(3): 142-150.
- Knoema (2021) Vegetables primary production quantity. <https://knoema.com/atlas/Nigeria/topics/Agriculture/Crops-Production-Quantity-tonnes/Vegetables-primary-production?mode=amp> (Accessed on 17/3/2022).
- Kshash BH (2019) Constraints affecting summer vegetable cultivation. *Int. J. Veg. Sci.* 25(2): 154-163.
- Kumar P, Chauhan RS, Tanwar N, Grover RK (2018) Status and constraints in vegetable cultivation under polyhouse in Haryana. *Adv. Biores.* 9(2): 61-66.
- Manu I, Mustapha Y, Alhassan I (2019) Constraints to farmers' participation in dry season vegetable production in Gombe state, northern Nigeria. *Niger. J. Hortic. Sci.* 24(3): 113-123.
- Mathewos M, Hundera K, Biber-Freudenberger L (2018) Planting fruits and vegetables in home garden as a way to improve livelihoods and conserve plant biodiversity. *Agri.* 8(190): 1-17.
- Mukaila R, Falola A, Omotesho OA (2020) Food security status: its drivers and coping strategies among vegetable farming households. *Cercetări Agrono. Moldova* 53(4): 414-425.
- Mukaila R, Obetta AE, Awoyelu FE, Chiemela CJ, Ugwu AO (2021) Marketing analysis of vegetables: The case of carrot and cucumber marketing in Enugu State, Nigeria. *Turkish J. Agric.-Food Sci. Tech.* 9(2): 346-351.
- Mukaila, R (2021) Nexus between real effective exchange rate misalignment and rubber export in Nigeria. *Econ. J. Emerg. Markets* 13(2): 123-133.

- Mukaila R, Falola A, Egwue LO (2021a) Income diversification and drivers of rural smallholder farmers' income in Enugu State, Nigeria. *Sci. Pap. Series Manag. Econ. Engr. Agri. Rural Devel.* 21(3): 585-592.
- Richards LA (1954) *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils.* Handbook. 60. US. Dept. of Agriculture.
- Mukaila R, Falola A, Egwue LO (2021b) The determinants of rural households' income in Nigeria. *Fiscaoconomia* 5(3): 978-989.
- National Bureau of Statistics (2020) 2019 Poverty and inequality in Nigeria (Executive summary). National Bureau of Statistics. <https://nigerianstat.gov.ng/download/1092>. (Accessed on 17/3/2021).
- Ngegba MP, Sesay M, Bangura ET (2016) The impact of vegetable farming on the livelihood of small-scale farmers in Koinadugu District Northern Sierra Leone. *Glob. J. Bio-Sci. Biotech.* 5(1): 42-49.
- Nzabakenga A, Feng LX, Yaqin H (2013) Agricultural income determinants among smallholder farmers: case of northern part of Burundi. *Asian J. Agric. Dev.* 3(11):780-787.
- Obetta AE, Mukaila R, Onah OG, Onyia CC (2020) Challenges of melon processing among women processors in Enugu-Ezike Agricultural Zone of Enugu State, Nigeria. *Turkish J. Agr. Food Sci. Tech.* 8(11): 2421-2425.
- Rai DB (2017) Vegetable gardening and marketing in Kirtipur area of Kathmandu. *Nepalese J. Dev. Rural Stud.* 14: 28-35.
- Rai MK, Paudel B, Zhang Y, Khanal NR, Nepal P, Koirala HL (2019a) Vegetable farming and farmers' livelihood: Insights from Kathmandu Valley, Nepal. *Sustainability* 11: 889.
- Rai MK, Nepal P, Rai DB, Paudel B (2019b) Commercial vegetable farming: Constraints and opportunities of farmers in Kirtipur, Nepal. *The Geo. J. Nepal* 12: 101-118.
- Ryś-jurek R (2019) Determinants of family farm income depending on farm size. *Annals Polish Assoc. Agric. Agribus. Econ.* 11(3): 401-411.
- Sabo E, Zira YD (2009) Awareness and effectiveness of vegetable technology information package by vegetable farmers in Adamawa State, Nigeria. *Afr. J. Agri. Res.* 4(2): 65-70.
- Schreinemachers P, Simmons EB, Wopereis MCS (2018) Tapping the economic and nutritional power of vegetables. *Global Food Sec.* 16: 36-45.
- Schreinemachers P, Wu M, Uddin N, Ahmad S, Hanson P (2016) Farmers' training in off-season vegetables: Effects on income and pesticide use in Bangladesh. *Food Policy* 61: 132-140.
- Timsina. KP, Shivakoti GP (2018) Vegetable production and marketing : practice and perception of vegetable seed producers and fresh growers in Nepal. *Agric Food Secur.* 7(11): 1-9.
- Tsiboe F, Asravor J, Osei E (2019) Vegetable production technical efficiency and technology gaps in Ghana. *Afr. J. Agric. Resour.* 14(4): 255–278.
- Wongnaa CA, Akuriba MA, Ebenezer A, Danquah KS, Ofori DA (2019) Profitability and constraints to urban exotic vegetable production systems in the Kumasi metropolis of Ghana: a recipe for job creation. *J. Glob. Entrep. Res.* 9: 1-19.
- World Bank (2019) Accelerating poverty reduction in Africa: In five charts. The World Bank. <https://www.worldbank.org/en/region/afr/publication/accelerating-poverty-reduction-in-africa-in-five-charts>. (Accessed on 17/3/2021).
- World Bank Group (2018). Poverty and shared prosperity 2018: Piecing together the poverty puzzle. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. <https://www.worldbank.org/en/publication/poverty-and-shared-prosperity-2018>. (Accessed on 17/3/2021).
- World Bank. (2019) Nigeria at a Glance. <https://www.worldbank.org/en/country/nigeria>. (Accessed on 26/7/2021).



Kastamonu ilinin merkez köylerinde üretilen tereyağlarının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi

Determination of some microbiological and physicochemical properties of butter produced in central villages of Kastamonu province of Turkey

Deren TAHMAS KAHYAOĞLU¹ , Gizem MUSAOĞLU² 

¹Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kastamonu.

²Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Kastamonu.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.1036674](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1036674)

Geliş tarihi /Received:14.12.2021

Kabul tarihi/Accepted:08.04.2022

Keywords:

Kastamonu, butter, food safety, hygiene.

 Corresponding author:

Deren TAHMAS KAHYAOĞLU

: dtkahyaoglu@kastamonu.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: In this study, some microbiological and physicochemical properties of butter produced in central villages of Kastamonu province of Turkey and put on the market were investigated.

Methods and Results: The 13 butter samples used in the research were obtained from the villagers producing in April-May 2021. Total aerobic mesophilic bacteria, lactic acid bacteria growing on MRS agar, lactic acid bacteria growing on M17 agar, coliform group bacteria, yeast and mold counts were determined 5.34-7.07, 3.47-5.71; 3.60-6.62; <2-3.88; 2.30-4.07; <2-4. log cfu/g respectively, dry matter, fat, non-fat dry matter, titratable acidity, acid value, peroxide value, saponification number, Reichert-Meissl number, polenske number, refractive index, melting point, *L*, *a*, *b* values were determined 78.14-87.98%; 77.50-86.40%; 0.69-1.97%; 0.241-0.292%; 0.63-1.24 mg KOH/ g fat; (-) meqO₂/kg fat; 212.74-234.69; 20.34-28.13; 0.88-1.45; 1.4565-1.4580; 34.00-37.00°C; 80.59-85.72; (-2.48)-(-3.50); (+18.45) - (+23.73) respectively.

Conclusions: Considering the average values, the butter samples were found to be suitable in terms of physicochemical properties, but as a result of microbiological analyzes, they were found to be of insufficient quality, especially in terms of yeast and mold numbers. It is thought that this situation is caused by not following the hygiene rules during production and/or not storing the products under appropriate conditions.

Significance and Impact of the Study: In this study, the butter produced in the central villages of Kastamonu province was examined and the results obtained were generally determined in terms of the physicochemical properties of butter in accordance with the Turkish Food Codex Communique on Butter, Other Milk Fat Based Spreadable Products and Anhydrous milkfat, TS 1331-Butter Standard and results of the other studies carried out by the researchers. However, it was observed that none of the butter samples were of sufficient quality, especially in terms of yeast and mold numbers. Especially today, the increase in demand for products produced in villages, with the thought that they are healthier, necessitates informing the producers about butter production and hygiene in terms of public health.

Atif / Citation: Tahmas Kahyaoğlu D, Musaoğlu G (2022) Kastamonu ilinin merkez köylerinde üretilen tereyağlarının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 224-233. DOI: 10.37908/mkutbd.1036674

GİRİŞ

Kendine özgü bir tada sahip olan tereyağı vücut sıcaklığında eriyebilmesi, kolay sindirilmesi ve enerji kaynağı olarak kullanılması açısından önemli bir gıdadır (Metin, 2017). Ayrıca organizmanın fonksiyonlarını yerine getirebilmesine yardımcı olması, vücudun direncini artırması ve sağlığı korunması gibi faydalı etkileri de bulunmaktadır (Metin ve Sezgin, 1976).

Türk Standartları Enstitüsü TS 1331-Tereyağı Standardı'na göre tereyağı; "krema (kaymak) ve yoğurdun tekniğine uygun metot ve aletlerle işlenmesi sonucunda elde edilen, gerektiğinde Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde izin verilen katkı maddeleri de katılabilen kendine has tat, koku ve kıvamdaki bir süt ürünüdür" (Anonim, 2015). Tereyağı; Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde "Ağırlıkça en az %80, en fazla %90 oranında süt yağı, en fazla %2 oranında yağsız süt kuru maddesi ve en fazla %16 oranında su içeriğine sahip ürün" şeklinde ifade edilmektedir (Anonim, 2005).

Türkiye'de yoğurt ve krema yüzyıllardır tereyağı üretiminde kullanılmaktadır ve tereyağı hem geleneksel hem de endüstriyel olarak üretilmektedir (Sagdic ve ark., 2004). Her tereyağının üretildiği yere bağlı olarak kendine has özellikleri vardır (Şengül ve ark., 1998). Bu durum hayvanın türü (inek, keçi, koyun ve manda), hayvanın beslenmesi, laktasyon aşaması ve mevsimlerin tereyağının dokusunu ve tadını etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Bunlara ek olarak işleme, saklama koşulları, starter kültür ilavesi ve tuz tereyağının kendine özgü lezzet profiline katkıda bulunur (Krause ve ark., 2007).

Ekonomik olarak sütün en değerli bileşeni süt yağıdır. Süt ülkemizde ve dünyanın birçok yerinde yağı ile fiyatlandırılan bir gıdadır. Bu sebeple süt yağı hem insan beslenmesinde etkilidir hem de süt endüstrisinde ve ülke ekonomisinde önemli bir yere sahiptir (Metin, 2017). Tereyağında hammaddenin süt yağı olması ve bazı üreticilerin maliyeti düşürmek için ekonomik değeri daha az olan başka yağları tereyağına ilave etmeleri piyasada hileli ürünlerin oluşmasına sebep olmaktadır (Kılıç Altun ve ark., 2017). Hile amacıyla yağların birbirine karıştırılmasında süt yağının sabitelerinden yararlanılarak (refraktometre indisi, sabunlaşma sayısı, iyot sayısı, Reichert-Meissl sayısı, Polenske sayısı, erime noktası ve donma noktası) durum tespit edilebilir (Metin, 2017).

Tereyağı üretimi küçük aile işletmelerinde genellikle çiğ kremadan üretilmektedir. Bu sebeple sağlık açısından büyük risk taşımaktadır. Bazı işletmelerde ise krema pastörize edilmekte ancak starter kültür kullanılmadığı

için tereyağının tat ve aroması ortamdaki mikroorganizmaların durumuna göre oluşmaktadır (Atamer, 1993).

Kastamonu'da tereyağı üretimi yapan çok az sayıda büyük işletme olduğu için bölgedeki tereyağı üretimi ağırlıklı olarak köylerde yapılmakta ve uygun olmayan koşullarda satışa sunulmaktadır. Bu nedenle ürünlerin bileşimi ve hijyenik kaliteleri yeterince kontrol edilememektedir. Bu çalışmada Kastamonu ilinin merkez köylerinde üretilip piyasaya sunulan tereyağlarının bazı mikrobiyolojik ve fizyokimyasal özellikleri incelenmiş, Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'ne ve Türk Standartları Enstitüsü TS 1331-Tereyağı Standardı'na uygun olup olmadıkları ve süt yağının bazı sabiteleri de incelenerek herhangi bir hile yapıp yapılmadığı değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma materyali olarak kullanılan tereyağı örnekleri (13 adet) 2021 yılının Nisan-Mayıs aylarında Kastamonu ilinin merkez köylerinden temin edilmiştir (Çizelge 1). Mikrobiyolojik analizlerde kullanılacak örnekler steril kaplara ayrı olarak alınmış, soğuk zincir korunarak hemen laboratuvara getirilmiş, aynı gün içerisinde analiz edilmiştir. Bütün örnekler analizler boyunca +4°C'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. Tereyağı örneklerinin temin edildiği köyler
Table 1. Villages where butter samples were supplied

Örnek	Örneklerin Temin Edildiği Köyler
1	Ümit Köyü
2	Camili Köy
3	Camili Köy
4	Camili Köy
5	Camili Köy
6	Dokuzkat Köyü
7	Camili Köy
8	Kırcalar Köyü
9	Kasaba Köyü
10	Elma Yakası Köyü
11	Çavundur Köyü
12	Talipler Köyü
13	Kavun Köy

Mikrobiyolojik analizler

Tereyağı örnekleri içinde 90 ml fizyolojik tuzlu su (%0.85 NaCl içeren) bulunan kavanozlara 10 g olacak şekilde tartılmış, hemen kapakları kapatılmış ve homojen bir dağılım sağlanıncaya kadar karıştırılmıştır. Ardından dilüsyonlar örneklerin mikrobiyolojik kalitesi

düşünülerek (10^{-2} - 10^{-7}) hazırlanmış ve 1 gün önceden hazırlanan petrilere ekim yapılmıştır. Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısının tespiti için Plate Count Agar kullanılmış ve 30-32°C'de 24-48 saat inkübasyon sonunda oluşan koloniler sayılmıştır. Laktik asit bakterileri için MRS ve M17 agar kullanılmıştır. MRS agara ekim yapıldıktan sonra 30-32°C'de 48 saat, M17 agara ekim yapıldıktan sonra 30-32°C'de 24 saat inkübasyonun ardından sayım yapılmıştır. Maya ve küf sayılarının tespiti için DRBC agar kullanılmış ve 20-25 °C'de 5 gün inkübasyonun sonunda sayım yapılmıştır (Karatepe 2010). Koliform grubu bakteri sayısının tespitinde VRB agar kullanılmış 37 °C'de 24 saat inkübasyonun ardından sayım yapılmıştır (Fındık ve Andic 2017).

Fizikokimyasal analizler

Tereyağı örneklerinde kurumadde miktarı gravimetrik yöntemle, yağ miktarı Gerber yöntemiyle belirlenmiş ve yağsız kurumadde miktarı ise kurumadde miktarından yağ miktarının çıkarılmasıyla elde edilmiştir (Kurt ve ark., 2012). Titrasyon asitliği, asit değeri, peroksit değeri, sabunlaşma sayısı, Reichert-Meissl sayısı, Polenske sayısı, kırılma indisi ve erime noktası tayinleri Atamer (1993)'in belirttiği yöntemlerle tespit edilmiştir. Tereyağı örneklerinin renk değerleri (*L*, *a*, *b*) Precision marka kolorimetre (NR145, Shenzhen, China) ile ölçülmüştür (Anonim, 1979).

Çizelge 2. Tereyağı örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)

Table 2. Microbiological analysis results of butter samples (log cfu/g)

Örnek	TAMB	LAB (MRS)	LAB (M17)	Koliform	Maya	Küf
1	6.38	4.60	5.57	<2	3.47	<2
2	6.69	4.85	5.38	<2	2.30	<2
3	6.93	4.44	5.97	<2	2.47	2.60
4	6.81	3.90	5.68	<2	2.30	2.30
5	6.87	4.43	5.94	<2	3.04	2.47
6	6.85	4.77	5.74	<2	2.90	<2
7	6.93	4.14	5.91	<2	3.14	2.77
8	6.78	4.66	6.07	<2	3.00	<2
9	5.38	3.60	3.90	<2	2.30	<2
10	5.34	3.47	3.60	<2	2.47	<2
11	5.54	3.69	4.69	2.95	2.77	<2
12	7.07	5.71	6.62	3.88	4.07	4.74
13	6.17	4.60	4.47	<2	2.30	<2
En düşük	5.34	3.47	3.60	<2	2.30	<2
En yüksek	7.07	5.71	6.62	3.88	4.07	4.74
Ortalama	6.44	4.37	5.35	0.52	2.81	1.14

TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri, LAB (MRS): MRS agarda gelişen laktik asit bakterileri, LAB (M17): M17 agarda gelişen laktik asit bakterileri.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Tereyağı örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Örneklerin TAMB sayıları en düşük 5.34, en yüksek 7.07 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde ve TS 1331 Tereyağı Standardı'nda TAMB sayıları hakkında limit bir değer bulunmamaktadır. Erzurum piyasasında tüketime sunulan mutfak tipi tereyağlarının mikrobiyolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada TAMB sayıları küçük aile işletmelerinden temin edilen tereyağlarında ortalama 7.04, mandıralardan temin edilen tereyağlarında ortalama 6.92 log/g olarak tespit edilmiştir (Bakırcı ve ark., 2000). Van'da kahvaltı salonlarında tüketime sunulan tereyağlarında yapılan bir çalışmada TAMB sayıları ortalama 6.73 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Sağun ve ark., 2001). Malatya piyasasında satışa sunulan krema tereyağlarının TAMB sayıları 6×10^4 - 7.7×10^6 kob/g arasında belirlenmiştir (Hayaloğlu ve Konar, 2001). Trabzon tereyağlarının bazı kalite parametrelerinin incelendiği bir çalışmada TAMB sayıları ortalama 6.33 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Akgül, 2015). Mevcut çalışmada bulunan değerler yapılan diğer çalışmalarla benzer bulunmuştur.

Konya'da tüketime sunulan tereyağlarında toplam bakteri sayısı ortalama 8.3×10^6 kob/g olarak (Yalçın ve ark., 1993), Elazığ'da tüketime sunulan kahvaltılık tereyağlarında ise ortalama 9.1×10^6 kob/g olarak belirlenmiştir (Patır ve ark., 1995). Bu çalışmalarda bulunan değerlerin mevcut araştırmada belirlenen değerlerden yüksek olduğu görülmektedir.

Tereyağı örneklerinde tespit edilen MRS agarda gelişen laktik asit bakterileri en düşük 3.47, en yüksek 5.71 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde ve TS 1331 Tereyağı Standardı'nda laktik asit bakterileri hakkında bir limit bulunmamaktadır. Van'da piyasaya sunulan tereyağlarında MRS agarda gelişen laktik asit bakterileri 4.00-6.99 log kob/g (Fındık, 2011), Trabzon tereyağlarında 3.78-7.55 log kob/g (Akgül, 2015) olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada bulunan değerlerin diğer çalışmalardaki değerlerden düşük olduğu gözlenmiştir. Tereyağı örneklerinin M17 agarda gelişen laktik asit bakterileri en düşük 3.60, en yüksek 6.62 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Van tereyağlarında 5.58-7.01 log kob/g (Fındık, 2011), Trabzon tereyağlarında 4.30-7.67 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Akgül, 2015). Bulunan değerlerin diğer çalışmalarda belirlenen değerlerden düşük olduğu görülmektedir.

Tereyağı örneklerinde koliform grubu bakteri sayısı en düşük <2, en yüksek 3.88 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde ve TS 1331 Tereyağı Standardı'nda koliform grubu bakteriler için herhangi bir limit değer bulunmamaktadır. Ancak Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'nde sürülebilir yağlar, margarin ve yoğun yağlar için limit (5 ürünün 2'sinde) 10^1-10^2 kob/g seviyesinde bulunabilir şeklindedir (Anonim, 2011). Analiz sonuçlarına göre 2 örnekte (11. ve 12. örnekler) koliform grubu bakteriye rastlanılmıştır ve miktarlar limitlerin üzerinde belirlenmiştir. Bu sonuç tereyağı üretilirken bir kontaminasyon olduğu, üretim esnasında yetersiz bir ısı işlem uygulandığı veya hijyen kurallarına uyulmadığı şeklinde yorumlanabilir. Yapılan bir çok çalışmada (Bakırcı ve ark., 2000; Hayaloğlu ve Konar, 2001; Sancak ve ark., 2002; Fındık, 2011) belirlenen koliform grubu bakteri sayısı mevcut çalışmayla benzerlik göstermektedir. Bunun yanısıra bazı çalışmalarda (Yalçın ve ark., 1993; Patır ve ark., 1995; Sağun ve ark., 2001; Akgül, 2015; Çakmakçı ve ark., 2020; Sevmiş ve ark., 2020) koliform grubu bakteri sayısı mevcut çalışmadakinden yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Tereyağı örneklerinde maya sayısı en düşük 2.30 en

yüksek 4.07 log kob/g olarak, küf sayısı en düşük <2 en yüksek 4.74 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde ve TS 1331 Tereyağı Standardı'nda maya-küf için bir limit bulunmamaktadır. Ancak Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'nde sürülebilir yağlar, margarin ve yoğun yağlar için limit (5 ürünün 2'sinde) 10^1-10^2 kob/g seviyesinde bulunabilir şeklindedir (Anonim, 2011). Elde edilen sonuçlara göre hiçbir tereyağı örneği bu kriteri sağlayamamaktadır. Gıdalarda yüksek miktarda maya ve küf bulunması, üretim esnasında hijyen kurallarına yeterince uyulmadığının ve/veya uygun muhafaza şartlarının uygulanmadığının bir göstergesi olarak görülmektedir. Yoğun maya ve küf gelişimi proteolitik ve lipolitik aktivite üzerinde etkili olduğu için istenmeyen tat ve aroma gelişimine sebep olabilmektedir (Kurdal ve Koca, 1987). Mevcut çalışmada elde edilen maya ve küf sayıları yapılan diğer çalışma sonuçlarıyla (Yalçın ve ark., 1993; Patır ve ark., 1995; Bakırcı ve ark., 2000; Hayaloğlu ve Konar, 2001; Sağun ve ark., 2001; Sancak ve ark., 2002; Fındık, 2011; Akgül, 2015; Sevmiş ve ark., 2020; Çakmakçı ve ark., 2020) benzerlik göstermektedir.

Fizikokimyasal analiz sonuçları

Tereyağı örneklerine ait kurumadde miktarları Çizelge 3'te verilmiştir. Örneklerde kurumadde miktarları en düşük %78.14 en yüksek %87.98 olarak tespit edilmiştir. TS 1331 Tereyağı Standardı (Anonim, 2015) ve Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'ne (Anonim, 2005) göre tereyağlarında en fazla %16 oranında su bulunabilir. Örneklerin nem miktarı hesaplandığında en düşük %12.02 en yüksek %21.86 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Elde edilen sonuçlara göre tereyağı örneklerinin 4 tanesi (6., 7., 9. ve 10. örnekler) standarda ve tebliğe uygun bulunmamıştır. Kurumadde miktarı Ankara tereyağlarında %83.03-86.00 (Atamer ve Kaptan, 1982), Erzurum tereyağlarında %77.42-85.99 (Kurdal ve Koca, 1987), Konya tereyağlarında %80.64-88.70 (Yalçın ve ark., 1993), Trabzon tereyağlarında ortalama %87.13 (Şengül ve ark., 1998), Erzurum tereyağlarında aile işletmelerinden temin edilenlerde %76.75-88.93, mandıralardan temin edilenlerde %76.60-83.33 (Çelik ve Bakırcı, 2000), Van tereyağlarında ortalama %82.13 (Sağun ve ark., 2001), %67.10-89.20 (Sancak ve ark., 2002), %58.64-86.98 (Altun ve ark., 2011), Trabzon tereyağlarında %68.37-91.28 (Akgül, 2015), Erzurum tereyağlarında %75.92-90.86 (Çakmakçı ve ark., 2020), İzmir tereyağlarında %80.03-88.33 (Öner Yılmaz ve Karagözlü, 2020), Hakkari tereyağlarında %68.50-90.19

(Sevmiş ve ark., 2020) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgular diğer çalışmalarla paralellik göstermektedir. Kurumadde miktarlarındaki değişimler tereyağı üretiminde kullanılan sütlerin elde edildiği hayvanların cinsi, hayvanların beslenme farklılıkları, mevsimsel farklılıklar, tereyağı üretiminde kullanılan üretim metodu, uygulanan hatalı işlemler vb faktörlerden kaynaklanmış olabilir.

Örneklere yağ miktarları %76.30-%86.40 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 3). Tereyağlarında yağ oranlarının farklı çıkmasının nedeni süttten krema elde edilirken kremanın doğru bir şekilde süttten ayrılabilmesi ve ayrıca yayıklama ve malakse işlemlerinde hatalı uygulamalar sonucunda su oranının yüksek kalmasından kaynaklanıyor olabilir. TS 1331 Tereyağı Standardı (Anonim, 2015) ve Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'ne (Anonim, 2005) göre tereyağlarında en az %80 en fazla %90 oranında yağ bulunabilir. Elde edilen sonuçlara göre örneklerin 2 tanesi (6. ve 9. örnekler) tebliğe ve standarda uygun değildir. Yağ miktarı Ankara tereyağlarında %79.50-83.20 (Atamer ve Kaptan, 1982), Erzurum tereyağlarında %75.50-84.00 (Kurdal ve Koca, 1987), Konya tereyağlarında %72.22-84.16 (Yalçın ve ark., 1993), Trabzon tereyağlarında ortalama %82.63 (Şengül ve ark., 1998), Erzurum tereyağlarında aile işletmelerinden temin edilenlerde %75.00-86.00, mandıralardan temin edilenlerde %74.00-82.00 (Çelik ve Bakırcı, 2000), Van tereyağlarında ortalama %79.05 (Sağun ve ark., 2001), %65.00-85.00 (Sancak ve ark.,

2002), %51.50-83.20 (Altun ve ark., 2011), %76.00-83.00 (Fındık, 2011), Trabzon tereyağlarında %41.13-85.00 (Akgül, 2015), Erzurum tereyağlarında %72.50-86.00 (Çakmakçı ve ark., 2020), İzmir tereyağlarında %78.59-87.63 (Öner Yılmaz ve Karagözlü, 2020), Hakkari tereyağlarında %67.34-87.10 (Sevmiş ve ark., 2020) olarak tespit edilmiştir. Ortalama değerler göz önüne alındığında mevcut çalışma ile diğer çalışmalar benzerlik göstermektedir.

Tereyağlarının yağsız kurumadde miktarları hesaplandığında en düşük %0.69 en yüksek %1.97 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). TS 1331 Tereyağı Standardı (Anonim, 2015) ve Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'ne (Anonim, 2005) göre tereyağlarında en fazla %2 oranında yağsız süt kurumadde bulunabilir. Elde edilen sonuçlara göre bütün tereyağları tebliğe ve standarda uygun bulunmuştur. Yağsız kurumadde miktarı Ankara tereyağlarında %2.50-4.25 (Atamer ve Kaptan, 1982), Erzurum tereyağlarında %1.71-4.49 (Kurdal ve Koca, 1987), Konya tereyağlarında %2.53-10.64 (Yalçın ve ark., 1993), Erzurum tereyağlarında aile işletmelerinden temin edilenlerde %0.35-13.85, mandıralardan temin edilenlerde %0.91-5.30 (Çelik ve Bakırcı, 2000), Van tereyağlarında ortalama %3.08 (Sağun ve ark., 2001), %0.90-7.49 (Sancak ve ark., 2002), %0.74-13.01 (Altun ve ark., 2011), Erzurum tereyağlarında %0.87-7.66 (Çakmakçı ve ark., 2020), Hakkari tereyağlarında %0.43-10.69 (Sevmiş ve ark., 2020) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Tereyağı örneklerinin kurumadde, nem, yağ, yağsız kurumadde, titrasyon asitliği ve asit değeri analiz sonuçları

Table 3. Dry matter, moisture, fat, non-fat dry matter, titratable acidity and acid value analysis results of butter samples

Örnek	KM (%)	Nem (%)	Yağ (%)	Yağsız KM (%)	TA (%)	Asit değeri
1	87.98	12.02	86.40	1.58	0.268	0.77
2	86.23	13.77	84.50	1.73	0.256	0.82
3	85.41	14.59	83.60	1.81	0.247	0.88
4	84.44	15.56	83.10	1.34	0.266	0.74
5	84.22	15.78	82.70	1.52	0.279	0.71
6	78.14	21.86	76.30	1.84	0.263	0.96
7	83.09	16.91	82.40	0.69	0.284	1.02
8	87.25	12.75	86.00	1.25	0.241	0.63
9	79.24	20.76	77.50	1.74	0.252	1.05
10	83.67	16.33	81.70	1.97	0.288	0.96
11	85.21	14.79	83.60	1.61	0.247	0.78
12	85.15	14.85	83.80	1.35	0.292	1.24
13	84.59	15.41	83.20	1.39	0.273	0.93
En düşük	78.14	12.02	76.30	0.69	0.241	0.63
En yüksek	87.98	21.86	86.40	1.97	0.292	1.24
Ortalama	84.20	15.80	82.68	1.52	0.266	0.88

KM: Kurumadde; TA: Titrasyon asitliği; Asit değeri mg KOH/g yağ cinsinden verilmiştir.

Ortalama değerler dikkate alındığında bu çalışmada bulunan değerler yapılan diğer çalışmalardan düşüktür. Tereyağındaki yüksek asitlik hidroliz reaksiyonlarını hızlandırdığı ve oksidasyon kararlılığını azalttığı için risk oluşturmaktadır (Deeth ve Fitz-Gerald, 2006). Titrasyon asitliğinin artması sonucu tereyağında acı bir tat oluştuğu ve bu değer 0.6-0.7 (% laktik asit cinsinden)'ye ulaşması halinde acılığın daha belirgin bir şekilde hissedilebileceği belirtilmiştir (Engin, 1978). Tereyağı örneklerinde titrasyon asitliği %0.241-0.292 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 3). Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde (Anonim, 2005) asitlik için bir limit bulunmazken TS 1331-Tereyağı Standardı'nda titrasyon asitliğinin (% laktik asit cinsinden) 0.27'den fazla olmaması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2015). Elde edilen sonuçlara göre 5 örnek (5., 7., 10., 12. ve 13.örnekler) standarda uymamaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda (Kurdal ve Koca, 1987; Yalçın ve ark., 1993; Şengül ve ark., 1998; Sağun ve ark., 2001; Sancak ve ark., 2002; Fındık, 2011; Akgül, 2015; Sevmiş ve ark., 2020) belirlenen titrasyon asitliği değerleri mevcut çalışmanın sonuçlarından daha yüksektir. Erzurum tereyağlarında titrasyon asitliği aile işletmelerinden temin edilenlerde %0.14-0.28, mandıralardan temin edilenlerde %0.11-0.32 olarak belirlenmiştir (Çelik ve Bakırcı, 2000). Mevcut çalışmanın sonuçları Erzurum tereyağlarıyla uyumludur. Yapılan başka bir çalışmada Ankara tereyağlarında titrasyon asitliği %0.043-0.163 arasında bulunmuştur (Atamer ve Kaptan, 1982). Mevcut çalışmanın sonuçları Ankara tereyağlarının titrasyon asitliğinden yüksektir. Tereyağının depolama stabilitesi ve kalitesinin değerlendirilmesinde, lipoliz derecesinin bir ölçüsü olan serbest yağ asitlerinin miktarının tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır (Atamer ve Sezgin, 1984). Tereyağı örneklerinde asit değeri 0.63-1.24 mg KOH/g yağ arasında tespit edilmiştir (Çizelge 3). Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde ve TS 1331-Tereyağı Standardı'nda asit değeri için bir limit bulunmamaktadır. Ancak araştırmacılar serbest yağ asitleri miktarı 1.80 mg KOH/g yağ olduğunda algılanabilir bir değişimin (Atamer, 1993), 3.30 mg KOH/g yağ olması durumunda ise belirgin bir acılaşmanın olduğunu (Atamer ve Sezgin, 1984) bildirmişlerdir. Asit değeri Ankara tereyağlarında 0.26-2.43 mg KOH/g yağ arasında tespit edilmiştir (Atamer ve Kaptan, 1982). Mevcut çalışmada belirlenen değerler Ankara tereyağlarıyla uyumludur. Asit değeri Erzurum tereyağlarında 0.97-4.42 mg KOH/g yağ (Kurdal ve Koca, 1987), Erzurum tereyağlarında aile işletmelerinden temin edilenlerde 1.05-25.05 mg KOH/g yağ, mandıralardan temin edilenlerde 1.39-6.91 mg KOH/g

yağ (Çelik ve Bakırcı, 2000) olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada bulunan değerler Erzurum yağlarındaki değerlerden düşüktür.

Tereyağı örneklerinde peroksit değeri 0.00-1.60 meqO₂/kg yağ arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4). Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde ve TS 1331-Tereyağı Standardı'nda peroksit değeri için bir limit bulunmamaktadır. Yağ asitlerinin oksidatif olarak parçalanması sonucu tespit edilen peroksit değerinin 2 meqO₂/kg yağ değerine gelmesi yavan bir tadın oluşmasına sebep olmaktadır (Atamer, 1993). Yapılan bir çok çalışmada (Atamer ve Kaptan, 1982; Kurdal ve Koca, 1987; Yalçın ve ark., 1993; Şengül ve ark., 1998; Sancak ve ark., 2002; Çakmakçı ve ark., 2020) belirlenen peroksit değeri ortalama değerler gözönüne alındığında mevcut çalışmayla benzerlik göstermektedir. Peroksit değeri Erzurum tereyağlarında aile işletmelerinden temin edilenlerde 1.35-5.86 meqO₂/kg yağ, mandıralardan temin edilenlerde 1.99-4.23 meqO₂/kg yağ (Çelik ve Bakırcı, 2000), Van tereyağlarında 1.19-3.37 meqO₂/kg yağ (Fındık, 2011), 2.52-12.79 meqO₂/kg yağ (Altun ve ark., 2011), Trabzon tereyağlarında 0.00-6.84 meqO₂/kg yağ (Akgül, 2015), Hakkari tereyağlarında 1.15-6.69 meqO₂/kg yağ (Sevmiş ve ark., 2020) olarak tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada belirlenen peroksit değerleri diğer çalışmalardaki değerlerden düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde ve TS 1331-Tereyağı Standardı'nda sabunlaşma sayısı için bir limit değeri bulunmamaktadır. 1 g yağın sabunlaşması için gerekli KOH'un mg cinsinden ifadesi olarak tanımlanan sabunlaşma sayısı tereyağına başka yağların karıştırılıp karıştırılmadığının anlaşılmasında yararlanılabilecek bir analizdir. Yağ sabitelerinden biri olan sabunlaşma sayısı tereyağında 210-235 arasında, bitkisel ve hayvansal yağlarda ise 200'ün altındadır. Hile amaçlı tereyağına bitkisel veya hayvansal yağlar katıldığında sabunlaşma sayısı düşmektedir (Atamer, 1993). Tereyağı örneklerinde sabunlaşma sayısı 212.74-234.69 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4). Tereyağı örneklerinin 2 tanesi (10. ve 12. örnekler) limit değerlere çok yakın olsa da yine de bütün tereyağı örnekleri belirtilen limitler arasındadır. Sabunlaşma sayısı Trabzon tereyağlarında ortalama 221.97 (Şengül ve ark., 1998), Erzurum tereyağlarında aile işletmelerinden temin edilenlerde 191.00-244.00, mandıralardan temin edilenlerde 186.00-237.00 (Çelik ve Bakırcı, 2000), başka bir çalışmada Trabzon tereyağlarında 176.04-234.21 (Akgül, 2015) olarak belirtilmiştir. Ortalama değerler göz önüne alındığında mevcut çalışmanın sonuçları diğer çalışmalardan yüksektir.

Çizelge 4. Tereyağı örneklerinin peroksit değeri, sabunlaşma sayısı, Reichert-Meissl sayısı, polenske sayısı, kırılma indisi ve erime noktası analiz sonuçları

Table 4. Peroxide value, saponification number, Reichert-Meissl number, polenske number, refractive index and melting point analysis results of butter samples

Örnek	Peroksit değeri	Sabunlaşma sayısı	R-M sayısı	Polenske sayısı	Kırılma indisi	Erime noktası (°C)
1	0.25	221.91	22.45	1.06	1.4575	35.00
2	0.05	232.42	28.13	1.45	1.4570	34.00
3	0.18	226.83	25.61	1.34	1.4565	34.00
4	0.22	228.55	27.22	1.28	1.4575	34.00
5	0.00	233.81	27.81	1.31	1.4570	34.00
6	0.36	223.33	23.17	1.18	1.4570	35.00
7	0.10	217.79	21.47	0.95	1.4580	36.00
8	0.24	222.61	24.52	1.28	1.4570	35.00
9	0.50	224.33	24.93	1.36	1.4575	34.00
10	0.00	234.69	26.46	1.22	1.4565	34.00
11	0.14	221.22	23.75	1.13	1.4575	35.00
12	1.60	212.74	20.34	0.88	1.4580	37.00
13	1.20	231.56	25.78	1.26	1.4565	34.00
En düşük	0.00	212.74	20.34	0.88	1.4565	34.00
En yüksek	1.60	234.69	28.13	1.45	1.4580	37.00
Ortalama	0.37	225.52	24.74	1.21	1.4572	34.69

R-M: Reichert-Meissl; Peroksit değeri meqO₂/kg yağ cinsinden verilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde ve TS 1331-Tereyağı Standardı'nda Reichert-Meissl sayısı için bir limit bulunmamaktadır. Tereyağlarının diğer yağlarla katkılı olup olmadığının anlaşılmasında kullanılabilen bu sayı yağ sabitelerinden biridir ve inek sütünden üretilmiş tereyağlarında 23-33 arasında değişmektedir (Atamer, 1993). İç, kuyruk ve böbrek yağları ile katkılı tereyağlarında genellikle 24'ün altında bulunmaktadır (Kurt ve ark., 2012). Tereyağı örneklerinin Reichert-Meissl sayısı 20.34-28.13 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4). Tereyağı örneklerinden 3 tanesi (1., 7. ve 12. örnekler) belirtilen limitlerin dışındadır. Limitlerin dışındaki tereyağı örneklerinde limit değerlerden çok büyük bir sapma olmadığı için bu tereyağlarına başka bir yağın karıştırılmış olabileceğini söylemek doğru olmayabilir. Reichert-Meissl sayısı Erzurum tereyağlarında 26.58-28.55 (Kurdal ve Koca, 1987), Konya tereyağlarında 22.65-28.40 (Yalçın ve ark., 1993), Trabzon tereyağlarında ortalama 21.61 (Şengül ve ark., 1998), Erzurum tereyağlarında aile işletmelerinden temin edilenlerde 22.70-29.75, mandıralardan temin edilenlerde 11.62-28.51 (Çelik ve Bakırcı, 2000), Van tereyağlarında 17.65-25.45 (Sancak ve ark., 2002) olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Reichert-Meissl sayısı Ankara tereyağlarında 27.60-39.50 (Atamer

ve Kaptan, 1982), Erzurum tereyağlarında 4.35-47.30 (Çakmakçı ve ark., 2020) arasında tespit edilmiştir. Trabzon tereyağlarında Reichert-Meissl sayısı 5.05-25.60 arasında tespit edilmiştir (Akgül, 2015). Mevcut çalışmada bulunan değerler Ankara ve Erzurum tereyağlarının değerlerinden düşük, Trabzon tereyağlarının değerlerinden yüksektir.

Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde ve TS 1331-Tereyağı Standardı'nda Polenske sayısı için bir limit bulunmamaktadır. Bu sayı su buharı ile uçup suda erimeyen fakat alkolde eriyen yağ asitlerinin ölçüsüdür. İnek sütünden üretilen tereyağlarında 1.00-3.50 arasında değişmektedir. İç, kuyruk ve böbrek yağları ile katkılı tereyağlarında polenske sayısı düşmektedir (Kurt ve ark., 2012). Tereyağı örneklerinin polenske sayısı 0.88-1.45 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4). Tereyağı örneklerinden 2 tanesi (7. ve 12. örnekler) belirtilen limitlerin dışındadır. Limit değerlerden sapma çok fazla olmadığı için bu tereyağı örneklerine başka bir yağın karıştırıldığını söylemek doğru olmayabilir. Polenske sayısı Trabzon tereyağlarında 0.78-3.00 arasında belirlenmiştir (Akgül, 2015). Ortalama değerler dikkate alındığında mevcut çalışmadaki değerler Trabzon tereyağlarıyla uyumludur. Polenske sayısı Erzurum tereyağlarında 1.93-2.72 (Kurdal ve Koca, 1987), Konya tereyağlarında 1.65-2.35 (Yalçın ve ark., 1993), Trabzon

tereyağlarında ortalama 1.36 (Şengül ve ark., 1998), Erzurum tereyağlarında aile işletmelerinden temin edilenlerde 1.44-5.86, mandıralardan temin edilenlerde 1.06-3.84 (Çelik ve Bakırcı, 2000) arasında tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar diğer çalışmalardaki sonuçlardan düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde ve TS 1331-Tereyağı Standardı'nda kırılma indisi için bir limit bulunmamaktadır. Tereyağı hilelerinin belirlenmesinde kırılma indisi değerinden yararlanılabilir. Kırılma indisi ışığın 40°C'de süt yağına giriş ve kırılış açılarının sinüslerinin oranıdır ve tereyağında 1.4520-1.4620 arasında değişir (Atamer, 1993). Tereyağı örneklerinin kırılma indisi değerleri 1.4565-1.4580 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bütün tereyağı örnekleri belirtilen sınırlar içindedir. Kırılma indisi değeri Trabzon tereyağlarında ortalama 1.4543 olarak tespit edilmiştir (Şengül ve ark., 1998). Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar Trabzon tereyağlarının sonuçlarından yüksektir. Başka bir çalışmada Trabzon tereyağlarında kırılma indisi 1.4596-1.4630 arasında tespit edilmiştir (Akgül, 2015). Mevcut çalışmadaki değerler Trabzon tereyağlarında belirlenen değerden düşüktür.

Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde ve TS 1331-Tereyağı Standardı'nda erime noktası için bir limit bulunmamaktadır. Tereyağının içerdiği yağ asitleri kompozisyonuna bağlı olarak erimeye başladığı sıcaklık 27.00-33.00°C arasında olup tam olarak berraklaştığı sıcaklık 33.00-38.00°C arasında değişir (Metin, 2017).

Tereyağı örneklerinde erime noktası 34.00-37.00°C arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4). Bütün tereyağı örnekleri belirtilen limitler arasındadır. Erime noktası Erzurum tereyağlarında aile işletmelerinden temin edilenlerde 29.50-38.00°C, mandıralardan temin edilenlerde 30.00-37.00°C (Çelik ve Bakırcı, 2000) olarak tespit edilmiştir. Ortalama değerler dikkate alındığında mevcut çalışmadaki sonuçlar Erzurum tereyağlarıyla uyumludur. Erime noktası Trabzon tereyağlarında ortalama 32.60°C (Şengül ve ark., 1998), başka bir çalışmada Trabzon tereyağlarında 26.30-33.00°C arasında (Akgül, 2015) belirlenmiştir. Mevcut çalışmadaki sonuçlar Trabzon tereyağlarının erime noktası sonuçlarından yüksektir.

Hunter renk ölçme sistemine göre *L* değeri ışık değeri veya aydınlık derecesini göstermekte olup, bu değer 100 (tam beyaz) ile 0 (siyah) arasında değişmektedir. Diğer renk parametrelerinden *a* değeri kırmızı (+) veya yeşil (-), *b* değeri ise sarı (+) veya mavi (-) rengi ifade etmektedir (Başoğlu, 2014). Tereyağı örneklerinde *L* değeri 80.59-85.72, *a* değeri (-)2.48-(-)3.50, *b* değeri ise (+)18.45-

(+)23.73 arasında belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Tereyağı örneklerinin *L*, *a*, *b* değerleri analiz sonuçları

Table 5. Analysis results of *L*, *a*, *b* values of butter samples

Örnek	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
1	85.27	-3.03	+19.83
2	80.73	-3.10	+22.55
3	85.72	-3.30	+21.84
4	80.59	-2.77	+23.68
5	83.37	-2.65	+22.30
6	82.82	-2.48	+18.67
7	82.01	-3.50	+23.39
8	82.16	-2.53	+23.73
9	81.08	-3.05	+20.62
10	81.47	-2.61	+21.25
11	83.84	-3.11	+18.45
12	84.04	-3.18	+23.64
13	85.63	-2.86	+19.72
En düşük	80.59	-2.48	+18.45
En yüksek	85.72	-3.50	+23.73
Ortalama	82.98	-2.94	+21.51

Örneklerin sarı ve krem renginin değişen tonlarına sahip olduğu, bu açıdan renk değerleri arasında bazı farklılıkların bulunduğu gözlenmiştir. Aynı yörede beslenen hayvanların tereyağlarının farklı renklerde olması hayvanların farklı ırklardan olmasından kaynaklanabilir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde *L*, *a*, *b* değerleri Trabzon tereyağlarında sırasıyla 72.08-88.22; (-)0.89-(-)4.42; (+)21.73-(+)45.12 (Akgül, 2015), Erzurum tereyağlarında sırasıyla 79.76-86.51; (-)5.21-(-)2.15; (+)13.80-(+)42.18 (Çakmakçı ve ark., 2020) olarak belirlenmiştir. Ortalama değerler dikkate alındığında bu çalışmada belirlenen *L* ve *a* değerlerinin diğer çalışmalardaki değerlerle uyum içinde olduğu, *b* değerlerinin ise diğer çalışmaları aksine geniş bir aralıkta değişim göstermediği ve daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durum analiz edilen köy tereyağlarının üretiminde herhangi bir renk maddesinin kullanılmadığını düşündürmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışmada Kastamonu ilinin merkez köylerinde üretilen tereyağları incelenmiş ve elde edilen ortalama sonuçlar gözönüne alındığında tereyağlarının fizikokimyasal özellikler açısından Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'ne, TS 1331-Tereyağı Standardı'na ve araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar sonucunda belirlenen bazı kriterlere uygun olduğu görülmüştür. Tereyağı örnekleri mikrobiyolojik açıdan değerlendirildiğinde

tebliğ ve standartta limit bir değer bulunmamasına karşın Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'nde sürülebilir yağlar, margarin ve yoğun yağlar için maya-küf sayısı limiti (5 ürünün 2'sinde) 10^1 - 10^2 kob/g seviyesinde bulunabilir şeklindedir. Bu limit gözönüne alındığında incelenen tereyağı örneklerinin hiçbiri uygun bulunmamıştır. Gıdalarda yüksek miktarda maya ve küf bulunması, üretim esnasında hijyen kurallarına yeterince uyulmadığının ve/veya uygun muhafaza şartlarının uygulanmadığının bir göstergesi olarak görülmektedir. Ayrıca mikotoksinlerin gelişme ihtimali ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkiler doğurması söz konusu olabilir. Günümüzde sanayide üretilen ürünlere kıyasla köylerde üretilen ürünlerin daha sağlıklı olduğu düşüncesi yaygınlaşmaktadır ve bu ürünlere talep artmaktadır. Halk sağlığı açısından üreticilerin tereyağı üretimi ve hijyen konularında bilgilendirilmesi gerekmektedir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada Kastamonu ilinin merkez köylerinde üretilip piyasaya sunulan tereyağlarının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir.

Yöntem ve Bulgular: Araştırmada kullanılan 13 adet tereyağı örneği 2021 yılının Nisan-Mayıs aylarında üretim yapan köylülerden temin edilmiştir. Tereyağı örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri, MRS agarda gelişen laktik asit bakterileri, M17 agarda gelişen laktik asit bakterileri, koliform grubu bakteri, maya ve küf sayıları sırasıyla 5.34-7.07; 3.47-5.71; 3.60-6.62; <2-3.88; 2.30-4.07; <2-4.74 log kob/g arasında, kurumadde, yağ, yağsız kurumadde, titrasyon asitliği, asit değeri, peroksit değeri, sabunlaşma sayısı, Reichert-Meissl sayısı, polenske sayısı, kırılma indisi, erime noktası, *L*, *a*, *b* değerleri sırasıyla %78.14-87.98; %77.50-86.40; %0.69-1.97; %0.241-0.292; 0.63-1.24 mg KOH/g yağ; 0.00-1.60 meqO₂/kg yağ; 212.74-234.69; 20.34-28.13; 0.88-1.45; 1.4565-1.4580; 34.00-37.00°C; 80.59-85.72; (-2.48)-(-3.50); (+18.45)-(+23.73) arasında tespit edilmiştir.

Genel Yorum: Tereyağı örnekleri ortalama değerler gözönüne alındığında fizikokimyasal özellikler açısından uygun bulunurken mikrobiyolojik analizler sonucunda özellikle maya ve küf sayıları bakımından yetersiz kalitede tespit edilmiştir. Bu durumun üretim esnasında hijyen kurallarına uyulmadığından ve/veya örneklerin uygun şartlarda depolanmadığından ileri geldiği düşünülmektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu çalışmada Kastamonu

ilinin merkez köylerinde üretilen tereyağları incelenmiş ve elde edilen sonuçlar genel olarak tereyağlarının fizikokimyasal özellikler açısından Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'yle, TS 1331-Tereyağı Standardı'yla ve araştırmacılar tarafından yapılan diğer çalışma sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. Ancak özellikle maya ve küf sayıları bakımından tereyağı örneklerinin hiçbirinin yeterli kalitede olmadığı görülmüştür. Özellikle günümüzde köylerde üretilen ürünlere daha sağlıklı olduğu düşüncesiyle talebin artması halk sağlığı açısından üreticilerin tereyağı üretimi ve hijyen konularında bilgilendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kastamonu, tereyağı, gıda güvenliği, hijyen.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akgül Hi (2015) Trabzon tereyağlarının bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Gıda Mühendisliği ABD, 95 s.
- Altun İ, Andıç S, Tunçtürk Y, Çeçen A, Fındık O (2011) Some chemical characteristics of butters obtained from Van market. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg. 17: 645-648.
- Anonim (1979) Farbmtrische bestimmung von farbabstanden bei korperfarben nach der CIELAB Formol. Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin.
- Anonim (2005) Tereyağı, diğer süt yağı esaslı sürülebilir ürünler ve sadeyağ tebliği. Türk Gıda Kodeksi, Tebliğ No: 2005/19, Ankara.
- Anonim (2011) Mikrobiyolojik kriterler yönetmeliği. Türk Gıda Kodeksi, Sayı: 28157, Ankara.
- Anonim (2015) Tereyağı standardı. Türk Standartları Enstitüsü, TS-1331, Ankara.
- Atamer M (1993) Tereyağı Teknolojisi Uygulama Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1314, Ankara. 52s.
- Atamer M, Kaptan N (1982) Ankara'da tüketime sunulan kahvaltılık tereyağların nitelikleri üzerine araştırmalar. Gıda 4: 189-198.

- Atamer M, Sezgin E (1984) Tereyağında lipolitik ve oksidatif bozulmaların saptanmasında yararlanılan asit ve peroksit değerleri arasındaki ilişki. *Gıda* 9: 329-334.
- Bakırcı İ, Çelik Ş, Özdemir S (2000) Erzurum piyasasında tüketime sunulan mutfak tipi tereyağlarının mikrobiyolojik özellikleri. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 31: 51-55.
- Başoğlu F (2014) Gıda Kalite Kontrolünün Esasları ve Gıda Güvenliği Yönetim Sistemleri. Dora Yayıncılık, Bursa. 251s.
- Çakmakçı S, Çelik K, Ertem H, Çalışkan H (2020) Tereyağı olarak satılan yağlarda bazı hileler ve kalite özelliklerinin tespiti: Erzurum örneği. *Gıda* 45: 800-813.
- Çelik Ş, Bakırcı İ (2000) A study on the physical and chemical properties of cookery-type butter. *Pak. J. Biol. Sci.* 3: 596-598.
- Deeth H C, Fitz-Geralds CH (2006) Lypolytic enzymes and hydrolytic rancidity. In: *Advanced Dairy Chemistry* (Eds. Fox PF, McSweeney PLH), Springer Science+Business Media Inc., USA. pp 481-556.
- Ergin G (1978) Tereyağının dayanıklılığına muhafaza sıcaklığı, kremanın asitliği ve pastörizasyonu ile tuzlamanın etkileri üzerinde bir araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Süt Teknolojisi ABD, 163 s.
- Fındık O (2011) Van'da piyasaya sunulan bazı tereyağları ile bu tereyağlardan elde edilen sadeyağların bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bil. Ens., Gıda Mühendisliği ABD, 80 s.
- Fındık O, Andic S (2017) Some chemical and microbiological properties of the butter and the butter oil produced from the same raw material. *LWT-Food Sci. Technol.* 86: 233-239.
- Hayaloğlu AA, Konar A (2001) Malatya yöresinde yoğurttan ve kremadan üretilen tereyağlarının mikrobiyolojik kalitesi üzerinde karşılaştırmalı bir araştırma. *Gıda* 26: 429-435.
- Karatepe P (2010) Eugenol ve thymol'ün pastörize tereyağının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu kalitesi üzerine etkisi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sağlık Bil. Ens., Besin Hijyeni ve Teknolojisi ABD, 131 s.
- Krause AJ, Lopetcharat K, Drake MA (2007) Identification of the characteristics that drive consumer liking of butter. *J. Dairy Sci.* 90: 2091-2102.
- Kılıç Altun S, Savrunlu M, Paksoy N (2017) Şanlıurfa ilinde üretilen sadeyağların Reichert Meissl sayılarının tespiti. *MAE Vet. Fak. Derg.* 2: 109-115.
- Kurdal E, Koca AF (1987) Erzurum il merkezinde tüketime sunulan kahvaltılık tereyağlarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerinde bir araştırma. *Gıda* 12: 299-304.
- Kurt A, Çakmakçı S, Çağlar A (2012) Süt ve Mamülleri Muayene Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 257, Erzurum. 284s.
- Metin M (2017) Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayın No: 33, İzmir. 802s.
- Metin M, Sezgin E (1976) Ankara piyasasındaki tereyağların saflık kontrolü üzerinde gaz kromatografisi ile incelemeler. *Gıda* 1: 51-65.
- Öner Yılmaz A, Karagözlü C (2020) İzmir piyasasında satışa sunulan tereyağı ve peynir örneklerinin β -sitosterol içeriklerinin tespiti ile tağşiş belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 57: 257-265.
- Patır B, Güven A, Saltan S (1995) Elazığ'da tüketime sunulan kahvaltılık tereyağlarının kalitesi üzerinde araştırmalar. *Vet. Bil. Derg.* 11: 77-81.
- Sagdic O, Donmez M, Demirci M (2004) Comparison of characteristic and fatty acid profiles of traditional Turkish yayik butters produced from goats', ewes' or cows' milk. *Food Control* 15: 485-490.
- Sağun E, Sancak H, Durmaz H (2001) Van'da kahvaltılık salonlarında tüketime sunulan süt ürünlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kaliteleri üzerine bir araştırma. *YYU Vet. Fak. Derg.* 12: 108-112.
- Sancak YC, İşleyici Ö, Alışarlı M, Akkaya L, Elibol C (2002) Van'da tüketime sunulan kahvaltılık tereyağlarının mikrobiyolojik ve kimyasal nitelikleri. *YYU Vet. Fak. Derg.* 13: 108-113.
- Sevmiş E, Andiç S, Oğuz Ş (2020) Comparison of the compositions of butter and butter oil produced in the province of Hakkari. *YYÜ Tar. Bil. Derg.* 30: 928-937.
- Şengül M, Çakmakçı S, Ünsal M (1998) Trabzon tereyağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespiti. *Türkiye V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu: Geleneksel Süt Ürünleri, 21-22 Mayıs, Tekirdağ, Türkiye*, 427s.
- Yalçın S, Tekinşen OC, Doğruer Y, Gürbüz Ü (1993) Konya'da tüketime sunulan tereyağlarının kalitesi. *Selçuk Univ. Vet. Fak. Derg.* 9: 20-21.



Determination of the host range of *Pectobacterium polaris* causing bacterial soft rot disease

Bakteriyel yumuşak çürüklük hastalığına neden olan *Pectobacterium polaris*'in konukçu aralığının belirlenmesi

Murat ÖZTÜRK¹

¹Yozgat Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Yozgat, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1064147](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1064147)

Geliş tarihi / Received: 05.02.2022

Kabul tarihi / Accepted: 09.04.2022

Keywords:

Bacterial disease, *Pectobacterium polaris*, host range, pathogenicity.

Corresponding author: Murat ÖZTÜRK

muratzm66@gmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: *Pectobacterium polaris* is a novel species of *Pectobacterium* taxa, which was reported in different regions of the world and has been recently detected in Turkey. In this study, in order to determine the host range of this novel species, two representative strains were evaluated in terms of their pathogenicity on several host plants, and it is aimed to determine plant species under the risk of the pathogen.

Methods and Results: *P. polaris* strains NV3 and NV19, isolated from potato plants showing blackleg symptoms in Nevşehir province during the vegetation period of 2019, were used for artificial inoculation. Bacterial suspension of both strains was inoculated by injecting into the red cabbage, broccoli, cauliflower, onion, garlic, carrot, tomato, pepper, eggplant, cucumber, squash, melon, watermelon, lettuce, sunflower and sugar beet plants. The appearance of the disease symptoms indicated that both strains of *P. polaris* caused disease in all the plant species inoculated artificially. Viable bacterial colonies were re-isolated from infected plant tissue.

Conclusions: *Pectobacterium* species are very destructive bacterial plant pathogens that cause soft rot on numerous plant species. It has been determined that *P. polaris*, which has been reported in different regions of the world and in Turkey as a new emerging pathogen within a wide host range. Disease protection precautions should be taken in the regions where the pathogen is isolated for the first time, and especially pathogen transmission should be prevented to the clean production areas by potato tubers.

Significance and Impact of the Study: All tested plant species were determined as potential hosts for *P. polaris*. The risk status of the pathogen on these plants, which have economic importance in Turkey, was determined for the first time with this study

Atif / Citation: Öztürk M (2022) Determination of the host range of *Pectobacterium polaris* causing bacterial soft rot disease. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 234-240. DOI: 10.37908/mkutbd.1064147

INTRODUCTION

The Pectobacteriaceae family includes several significant bacterial plant pathogens that are able to cause diseases in different plant species worldwide. It comprises the *Pectobacterium* and *Dickeya* spp. (formerly classified as

pectinolytic *Erwinia* spp.) which cause soft rot diseases in a wide range of plants including potato (Gardan et al., 2003; Samson et al., 2005). Both genera are gram-negative (-), pectinolytic facultative anaerobic, rod-shaped and peritric flagellated bacteria with 1-3 µm cells (Perombelon and Kelman, 1980; Charkowski, 2007,

Czajkowski et al., 2015).

They are capable of secreting and synthesizing the plant cell wall degrading enzymes (Hélias et al., 2012) and are separated by forming cavities in the Crystal Violet Pectate (CVP) medium supplemented with pectate source. Annual losses in certification systems due to the infections caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* spp. is reported as 30 million Euros in the Netherlands, which is an important seed potato exporter (Czajkowski et al., 2015).

Pectobacterium species are highly heterogeneous and cause soft rot disease during field, harvest, storage or transportation process (Pérombelon, 2002). On tuber plants such as potato, carrot, beet, etc., the most predominant and widely reported pathogenic species of the genus are *P. atrosepticum*, *P. brasiliense*, *P. carotovorum* and *P. parmentieri* around the world. (Gardan et al., 2003; Duarte et al., 2004; De Boer et al., 2012; Waleron et al., 2013; Khayi et al., 2016; Ozturk et al., 2018; van der Wolf et al., 2021; Öztürk and Soylu, 2022; Soylu et al., 2022).

Taxonomy of *Pectobacterium* was systematically evaluated by 16S rDNA, DNA-DNA hybridization, and sequencing housekeeping genes (Waleron et al., 2002; Duarte et al., 2004; Nabhan et al., 2012). Superior discrimination ability of advanced diagnostic techniques, especially whole-genome analysis, has led to the classification of strains with different biochemical and physiological characteristics into novel species (Oulghazi et al., 2020; Portier et al., 2019). Strains obtained in the past have been re-identified according to current techniques, and some atypical strains have been assigned to newly established species of *Pectobacterium* spp. (Lee et al., 2014; Waleron et al., 2014). According to the present taxonomy, the *Pectobacterium* genus now includes 18 species (Oulghazi et al., 2020; Portier et al., 2019; Waleron et al., 2019a).

As one of these species, *P. polaris* strains were suggested to represent a novel species of the genus by re-identification of two soft-rot-causing strains, which were isolated from potato tubers showing severe symptoms from a latently infected tuber in Norway (Dees et al., 2017). Waleron et al. (2019b) also re-identified 250 strains isolated from plants with soft rot symptoms since 1995 in Poland and classified 5 of the strains from potato (n=4) and from bittersweet (n=1) as *P. polaris*, which were previously identified as *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Chen et al. (2021) isolated four pectinolytic bacterial strains from soft-rotted Chinese cabbage in China and identified them as *P. polaris*. Sarfraz et al. (2019) identified two strains as *P. polaris* caused potato blackleg disease in Pakistan. Voronina et

al. 2019 assigned five strains to *P. polaris* as a new pathogenic species of potato in Russia and provided the evidence that a previously unreported pathogen was present in the surveyed fields from a period of 2012 to 2019. In Morocco, 5% of pectinolytic strains (n=119) were identified as *P. polaris* from diseased potato samples (Oulghazi et al., 2020). Jee et al. (2020) reported that the pathogen constituted a 0.9% portion of 225 isolated *Pectobacterium* strains in South Korea. Wang et al. (2021) revealed that the bacterium caused aerial stem rot of potato where the disease is a significant threat to the local potato industry in China.

This study aimed to determine the host range of *P. polaris* strains. These results confirmed for the first time the pathogenicity and ability of Turkish *P. polaris* strains to cause disease on several agriculturally and economically important commercial plants in Turkey.

MATERIALS and METHODS

Bacterial strains used in the study

The strains (NV3 and NV19) were previously obtained from stem tissue of blackleg showing potato plants collected in Nevşehir province during the vegetation period of 2019 (Öztürk, 2022). Both strains were identified as *P. polaris* by biochemical, physiological, pathogenicity and housekeeping gene sequencing of *mdh* and *recA* genes (Waleron et al., 2002; Ma et al., 2007). The cultures were stored at -20°C for long-term usage in the phytobacterial collection of the Department of Plant Protection, Yozgat Bozok University, Yozgat, Turkey. Cultures were grown routinely on Nutrient agar medium (NA) and incubated for 24-48 hours at 28°C for the experiments.

Pectinolytic activity test

Before host range assay, maceration ability of the strains was confirmed by inoculating them on potato tuber slices in pectinolytic activity test. For this purpose, fresh and disease-free potato tuber (cv. Marabel) was sterilized by soaking in 5% sodium hypochlorite for 10 minutes. The sterilized tuber was sliced approximately 5 mm in thickness and placed in a petri dish containing sterile moistened paper. Stock cultures of strains were streaked onto NA medium. Pure colonies were harvested from agar plates by sterile loop and inoculated onto the potato slices, and then they were incubated at 28°C for 48 h. Sterilized water (dH₂O) was used for negative control (Lojkowska et al., 1995).

Preparation of bacterial inoculum

For the preparation of bacterial suspension, a single colony was suspended in sterile distilled water, and adjusted to McFarland 0.5 value, which is equivalent to 2×10^7 cfu ml⁻¹ (Oztürk et al., 2021).

Host range assays

Commercial seed varieties of red cabbage (*Brassica oleracea* L. convar. *capitata* (L.) Alef. var. *rubra* DC), broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), onion (*Allium cepa*), garlic (*Allium sativum*), carrot (*Daucus carota*), tomato (*Solanum lycopersicum*), pepper (*Capsicum annuum*), eggplant (*Solanum melongena*), cucumber (*Cucumis sativus*), squash (*Cucurbita pepo*), melon (*Cucumis melo*), watermelon (*Citrillus lanatus*), lettuce (*Lactuca sativa*), sunflower (*Helianthus annuus*) and sugar beet (*Beta vulgaris*) were tested for host range of the studied pathogen. Seed materials were surface disinfected in 1% sodium hypochlorite (NaOCl) for 1-2 minutes, and rinsed in sterile water. Seeds were sown in plastic pots filled with sterile peat. Plants were grown for 14-21 days in 16 hours of light at 25°C and 8 hours of darkness at 16°C. Bacterial suspension of strains (20 µl) was infiltrated into stem tissue of red cabbage, broccoli, cauliflower, tomato, pepper, eggplant, cucumber, squash, melon, watermelon and sunflower, and leaves of onion, garlic, carrot, lettuce and sugar beet plants using a hypodermic syringe. The experiment was conducted for three replicates per strain for each plant species and repeated two times.

Re-isolation of bacterial strains from infected plant tissues

Artificially inoculated plants showing disease symptoms triggered by strains were subjected to bacterial re-isolation. Small pieces of infected tissue (3-5) were aseptically removed, surface-sterilized (treated with 70% ethanol for 40 s) and placed into a tube with 0.3 ml of sterile saline solution, and left to soak for 30 minutes. The suspensions were streaked onto crystal violet pectate (CVP) medium and incubated at 28°C for 48 hours (Hélias et al., 2012). Cavity forming single colonies on CVP plates were subcultured onto NA plates. Colony morphology of cavity-forming strains was compared with original cultures.

RESULTS and DISCUSSION

Among *Pectobacterium* species, *P. carotovorum* and *P. brasiliense* have larger geographical distribution with a broad host range spectrum, in contrast to *P.*

atrosepticum, which is mostly restricted to potato and especially found more in cooler climates like European countries (Ma et al., 2007; Czajkowski et al., 2011). Recently, there have been reports about the presence of *P. polaris* causing blackleg and soft rot disease in potato, soft rot in bittersweet and Chinese cabbage plants. In addition to occurrence of *P. polaris* in several parts of the world, it was also detected for the first time in Turkey in 2019 (Oztürk, 2022).

It is aimed to determine the host range and consider the risk status of the native Turkish strains on plants belonging to different families. *P. polaris* strains caused disease symptoms in all the artificially inoculated plants. In general, wetness and weakening of tissue integration, paleness and discoloration of leaves were observed at the inoculation points. The invaded tissues by soft rot bacteria become soft and are transformed into a slimy mass consisting of numerous bacteria swimming about in the liquefied substances (Agrios, 2006). The formation of disease symptoms triggered by strains of *P. polaris* varied among inoculated plant species (Figure 1).

In particular, since cucumber, melon, squash and watermelon plants belonging to the Cucurbitaceae family have a more watery plant structure, which was more essential for the spread of the bacterial agent, faster disease development was noticed in the plant tissue of these plants. While there was almost no symptoms of yellowing in the plants, drying occurred after the formation of a mostly bacterial aqueous wet structure. In the following days, it was observed that the stem and leaves of tested plants became necrotic. As a result, wet-watery infection and plant collapse was first observed for these plants when compared to other plant species.

For lettuce plants, as a result of the progression of the bacterial agent within the vascular bundles from the point of application, first weakening of tissue integration in and around the main vein, and an increase in softening of the leaves, typical bacterial wetness with rotting in brown color and rot were observed 1-3 days after the application as a result of the bacterial agent moving towards the capillaries.

Disease symptoms like yellowing, drying, watery wet and plant collapse were observed more clearly in red cabbage, broccoli, and cauliflower plants in comparison to tomato, eggplant, and pepper. After 7-10 days, when the vascular bundles of the plants were cut and divided, it was observed that the bacterial rotting turned to systemic and progressed bidirectionally on the stem tissue, internal discharging from the inoculation point occurred, tissue thinning from the inoculation area in both directions, and then the stem was overturned from

these regions. In the following days, wilting, drying, embrittlement, breakage, and wrinkling of the leaf stems were observed in the yellowing leaves. It was observed

that the stem tissue gradually became thinner, and as a result, the broken stem fell down.

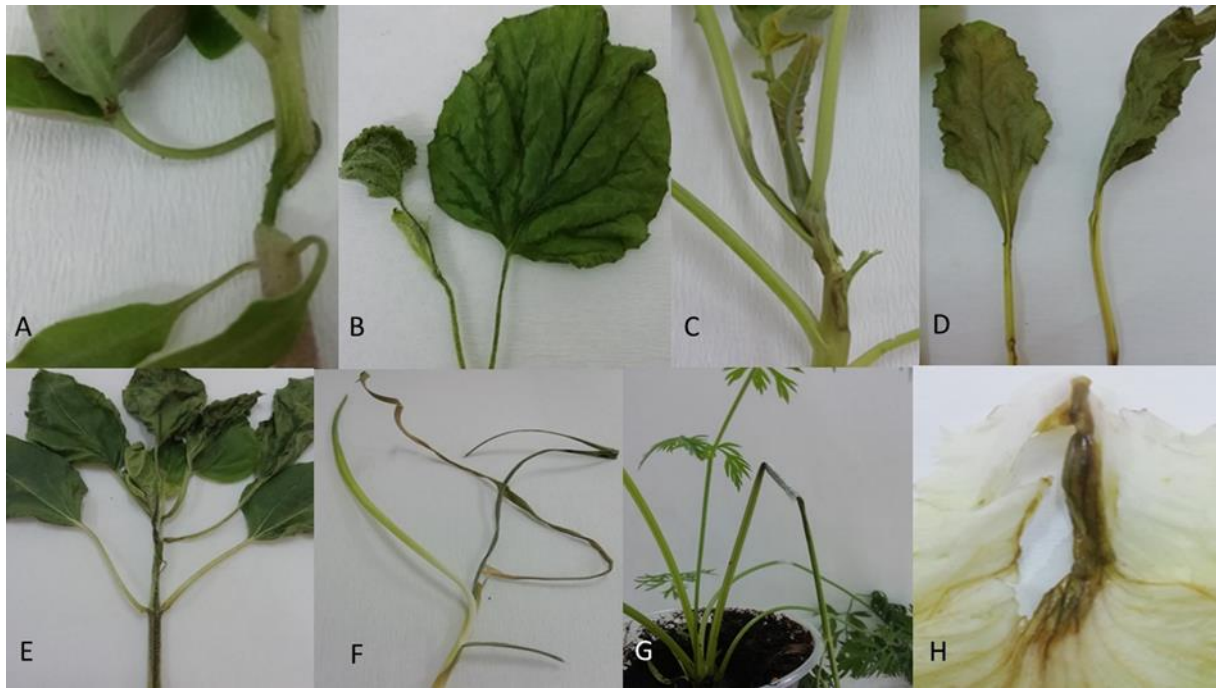


Figure 1. Soft rot disease symptoms (arrows) caused by *P. polaris* strain NV19 on artificially inoculated (A) tomato, (B) melon, (C) cauliflower, (D) sugar beet, (E) sunflower, (F) garlic, (G) carrot, and (H) lettuce plants

In the sunflower plants, 4-5 days after the inoculation, the bacterial agent progressed from the stem to the petioles, and specific bacterial wetness occurred on the main veins of the leaves. Later, deterioration and falling down from the inoculation point of stem tissue, formation of inky-brown tissue in the leaves, and wrinkled and dry leaves were observed in the following days. Similar observations were also recorded in the carrot plant, and in the same time intervals. In garlic and onion plants that were inoculated on leaves, yellowing, wrinkling, and necrosis were observed. Plant death was recorded in 14-15 days. Slow symptom development was observed for sugar beet plants inoculated from leaf petioles. Pale brown type necrosis on petioles turned completely brown-black, and wrinkled leaves dried and became like a gazelle after 14-20 days. This took a longer time in comparison to all other plants tested in this study.

Bacterial colonies were re-isolated successfully from symptomatic tissue of inoculated plants on modified CVP medium, and cavity-forming colonies represented the same colony growth with original cultures on NA plates with a transparent, gray color and crater colony morphology described as the typical colony morphology for *Pectobacterium* spp. by Ozturk et al. (2018).

The species of *Pectobacterium* which occur in potato-

growing regions differs over time and geographical location. In the past, *P. carotovorum* (*Erwinia carotovora* pv. *carotovora*), *P. atrosepticum* (*Erwinia carotovora* pv. *atroseptica*), and *Dickeya* spp. (*E. chrysanthemi*) were the major soft rotting organisms. Today, more species in *Pectobacterium* spp. have been described (Portier et al., 2019) and it is estimated that the reason for wide geographical distribution and host range is the greater genetic variation among strains of *P. carotovorum* and *P. brasiliense*, both of which are the most threatening species of *Pectobacterium* genus with greater host range. Up to date, *P. carotovorum* has been reported on lettuce, garlic, pepper, eggplant, okra, leek, cabbage, chicory, squash, sugar beet, tomato, cucumber, celery, tobacco, mulberry, especially in temperate and semi-tropical regions (Gardan et al., 2003; Ma et al., 2007; Waleron et al., 2002; Waleron et al., 2014; Dadaşoğlu and Kotan, 2017; Öztürk and Soylu, 2022). Similar to *P. carotovorum*, *P. brasiliense* is known to be predominant and has been sporadically reported on potato all over the world, and on other crops such as lettuce, cucumber, carrot, and pepper (Mashavha, 2013; She et al., 2017; Soylu et al., 2022), cabbage and sugar beet (Waleron et al., 2015), squash (Zlatkovic et al., 2019), tomato (Caruso et al., 2016) and artichoke (Cariddi and Bubici, 2016) after its first occurrence in Brazil with severe blackleg

infections on potato plants in 2004 (Duarte et al., 2004). For now, *P. polaris* has been reported in some parts of the world with a little infection ratio. The earlier determination of the host range of emerging pathogens is very important for risk status on other crops, and small minority can prove capable of causing major epidemics. For instance, *P. brasiliense* has been detected in many plant hosts in crop loss. If considered in this coverage, there is a possibility that *P. polaris* may be reported more in other plants and geographies in the future, which is now a very novel species of *Pectobacterium* taxa and was mostly reported not only on potato plants but also on Chinese cabbage and bittersweet for the present. Moreover, the most accelerating factor may be assumed as the seed potato tubers, which is the main source of bacterial dispersal for long distance. Especially latent infected propagation tuber material is so crucial for the transfer of pectinolytic pathogens (Czajkowski et al., 2011; Toth et al., 2011). In conclusion, all the defined host types are potential sources for *P. polaris*. The risk status of these plants, which have economic importance in Turkey, whose agricultural economy is the 8th largest in the world (Aytop et al., 2014), has been revealed in this study. Results demonstrated that pathogen is not only restricted to potato, but can also be pathogenic in the plants tested in this study. Therefore, demanding improved crop breeding, better disease management, and strict quarantine practices for controlling primarily potato blackleg disease should be carried out in the country to prevent introducing the pathogen to new areas.

ÖZET

Amaç: *Pectobacterium polaris*, dünyanın farklı bölgelerinde bildirilen ve yakın zamanda Türkiye’de tespit edilen *Pectobacterium* spp.’de yer alan yeni bir bakteriyel patojendir. Bu çalışmada *P. polaris*’in konukçu aralığını belirlemek için, patojenin iki ayrı izolatının farklı konukçularda patojenisitesini değerlendirmek ve etmene karşı risk altında olabilecek bitki türlerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Yöntem ve Bulgular: Nevşehir ilinde karabacak hastalık belirtisi gösteren patates bitkilerinin enfekteli gövde dokusundan 2019 yılı vejetasyon döneminde izole edilmiş *P. polaris* (NV3 and NV19) izolatları bitkilere yapay inokulasyonlar için kullanılmıştır. İzolatların bakteriyel süspansiyonları hazırlanarak kırmızı lahana, brokoli, karnabahar, soğan, sarımsak, havuç, domates, biber, patlıcan, hıyar, kabak, kavun, karpuz, marul, ayçiçeği ve şeker pancarı bitkilerine bulaştırılmıştır.

Yapay inokulasyon yapılan tüm bitkilerde meydana gelen hastalık belirtileri ile *P. polaris*’in her iki izolatının hastalığa neden olduğu belirlenmiştir. Enfekteli bitki dokularından patojene ait koloniler yeniden izole edilmiştir.

Genel Yorum: *Pectobacterium* türleri, çok sayıda bitki türünde yumuşak çürüklüğe neden olan oldukça yıkıcı bakteriyel bitki patojenleridir. Dünyanın farklı bölgelerinde bildirilen ve ülkemizde oldukça yeni bir patojen olarak tanımlanan *P. polaris*’in geniş bir konukçu aralığında patojen olduğu belirlenmiştir. Patojenin ilk olarak izole edildiği bölgede hastalığın mücadelesine yönelik önlemler alınmalı ve özellikle patates yumruları yoluyla patojenin hastalıktan arı üretim alanlarına taşınması önlenmelidir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Testlenen tüm bitkilerin *P. polaris* için konukçu olduğu belirlenmiştir. Türkiye’de ekonomik öneme sahip olan bu kültür bitkilerinin patojene karşı risk durumları ilk kez bu çalışma ile belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bakteriyel hastalık, *Pectobacterium polaris*, konukçu aralığı, patojenisite.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was partly supported by the financial grant of the project management office, Yozgat Bozok University, project no 6602c-ZF/21-472. The author would like to sincerely thank Prof. Dr. Soner SOYLU for valuable comments and important criticisms, and Ahmet DEMİRCİ for diligent proofreading of the manuscript.

CONFLICT OF INTEREST

The author declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

REFERENCES

- Agrios GN (2006) Bacterial soft rots, 5th edn. Academic Press, San Diego
- Aytop Y, Çukadar, M, Şahin A (2014) Agricultural sector profile of Turkey in the world. Türk Tarım ve Doğa Bilim. Derg. 1(Özel Sayı-1): 688-694.
- Cariddi C, Bubici G (2016) First report of bacterial pith soft rot caused by *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* on artichoke in Italy. J. Plant Pathol. 563-568.
- Caruso A, Licciardello G, La Rosa R, Catara V, Bella P (2016) Mixed infection of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* and *P. carotovorum* subsp. *brasiliensis* in tomato stem rot in Italy. J. Plant

- Pathol. 98(3): 661-665.
- Charkowski AO (2007) The soft rot *Erwinia*. In Plant-associated bacteria (pp. 423-505). Springer, Dordrecht.
- Chen C, Li X, Bo Z, Du W, Fu L, Tian, Y, Cui S, Shi Y, Xie H (2021) Occurrence, characteristics, and PCR-based detection of *Pectobacterium polaris* causing soft rot of Chinese cabbage in China. *Plant Dis.* 105(10): 2880-2887.
- Czajkowski R, Perombelon MC, van Veen JA, van der Wolf JM (2011) Control of blackleg and tuber soft rot of potato caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* species: a review. *Plant Pathol.* 60(6): 999-1013.
- Czajkowski R, Pérombelon MCM, Jafra S, Lojkowska E, Potrykus M, Van Der Wolf, JM, Sledz W (2015) Detection, identification and differentiation of *Pectobacterium* and *Dickeya* species causing potato blackleg and tuber soft rot: a review. *Ann. Appl. Biol.* 166(1): 18-38.
- Dadaşoğlu F, Kotan R (2017) Identification and characterization of *Pectobacterium carotovorum*. *J Anim. Plant Sci.* 27: 647-654.
- De Boer SH, Li X, Ward LJ (2012) *Pectobacterium* spp. associated with bacterial stem rot syndrome of potato in Canada. *Phytopathology* 102(10): 937-947.
- Dees MW, Lysøe E, Rossmann S, Perminow J, Brurberg MB (2017) *Pectobacterium polaris* sp. nov., isolated from potato (*Solanum tuberosum*). *Int. J. Syst. Evol.* 67(12): 5222-5229.
- Duarte V, De Boer SH, Ward LJ, De Oliveira AMR (2004) Characterization of atypical *Erwinia carotovora* strains causing blackleg of potato in Brazil. *J. Appl. Microbiol.* 96(3): 535-545.
- Gardan L, Gouy C, Christen R, Samson R (2003) Elevation of three subspecies of *Pectobacterium carotovorum* to species level: *Pectobacterium atrosepticum* sp. nov., *Pectobacterium betavasculorum* sp. nov. and *Pectobacterium wasabiae* sp. nov. *Int. J. Syst. Evol.* 53(2): 381-391.
- Khayl S, Cigna J, Chong TM, Quêtu-Laurent A, Chan KG, Hélias V, Faure D (2016) Transfer of the potato plant isolates of *Pectobacterium wasabiae* to *Pectobacterium parmentieri* sp. nov. *Int. J. Syst. Evol.* 66(12): 5379-5383.
- Hélias V, Hamon P, Huchet E, Wolf JVD, Andrivon D (2012) Two new effective semiselective crystal violet pectate media for isolation of *Pectobacterium* and *Dickeya*. *Plant Pathol.* 61(2): 339-345.
- Lee DH, Kim JB, Lim JA, Han SW, Heu S (2014) Genetic diversity of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliensis* isolated in Korea. *Plant Pathol. J.* 30(2): 117.
- Lojkowska E, Masclaux C, Boccara M, Robert-Baudouy J, Hugouvieux-Cotte-Pattat N (1995) Characterization of the *peLL* gene encoding a novel pectate lyase of *Erwinia chrysanthemi* 3937. *Mol. Microbiol.* 16(6): 1183-1195.
- Ma B, Hibbing ME, Kim HS, Reedy RM, Yedidia I, Breuer J, Glasner JD, Perna NT, Kelman A, Charkowski AO (2007) Host range and molecular phylogenies of the soft rot enterobacterial genera *Pectobacterium* and *Dickeya*. *Phytopathology* 97(9): 1150-1163.
- Mashavha ML (2013) Characterisation of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* isolates causing blackleg and soft rot diseases of potato in South Africa. MSc Thesis, Plant pathology and Microbiology, University of Pretoria, 78 p.
- Nabhan S, De Boer SH, Maiss E, Wydra, K (2012) Taxonomic relatedness between *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*, *Pectobacterium carotovorum* subsp. *odoriferum* and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* subsp. nov. *J. Appl. Microbiol.* 113(4): 904-913.
- Oulghazi S, Moumni M, Khayl S, Robic K, Sarfraz S, Lopez-Roques C, Vandecasteele C, Faure D (2020) Diversity of *Pectobacteriaceae* species in potato growing regions in Northern Morocco. *Microorganisms* 8(6): 895.
- Ozturk M, Aksoy HM, Potrykus M, Lojkowska E (2018) Genotypic and phenotypic variability of *Pectobacterium* strains causing blackleg and soft rot on potato in Turkey. *Eur. J. Plant Pathol.* 152(1): 143-155.
- Öztürk M, Soylu S, Kayaaslan Z (2021) Yozgat ili elma ve armut üretim alanlarında ateş yanıklığı [*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.] hastalığının mevcut durumunun belirlenmesi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 26(1): 200-210.
- Öztürk M, Soylu S (2022) Yozgat ili beyaz baş lahanada bakteriyel yumuşak çürüklük hastalığına neden olan *Pectobacterium* izolatlarının tanımlanması. *KSU. Tar. Doğa. Derg.* 25(3): 495-503.
- Oztürk (2022) First report of *Pectobacterium polaris* causing blackleg disease on potato plants in Turkey. *J. Plant Pathol.*: (in press) <https://doi.org/10.1007/s42161-022-01111-4>
- Perombelon MC, Kelman A (1980) Ecology of the soft rot *erwinias*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 18(1): 361-387.
- Pérombelon MCM (2002) Potato diseases caused by soft rot *Erwinias*: an overview of pathogenesis. *Plant Pathol.* 51(1): 1-12.
- Portier P, Pédrón J, Taghouti G, Fischer-Le Saux M, Caullireau E, Bertrand C., Barny MA (2019) Elevation of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *odoriferum* to

- species level as *Pectobacterium odoriferum* sp. nov., proposal of *Pectobacterium brasiliense* sp. nov. and *Pectobacterium actinidiae* sp. nov., emended description of *Pectobacterium carotovorum* and description of *Pectobacterium versatile* sp. nov., isolated from streams and symptoms on diverse plants. *Int. J. Syst. Evol.* 69(10): 3207-3216.
- Toth IK, Van Der Wolf JM, Saddler G, Lojkowska E, Hélias V, Pirhonen M, Elphinstone JG (2011) *Dickeya* species: an emerging problem for potato production in Europe. *Plant Pathol.* 60(3): 385-399.
- Samson R, Legendre JB, Christen R, Fischer-Le Saux M, Achouak W, Gardan L, 2005. Transfer of *Pectobacterium chrysanthemi* (Burkholder et al., 1953) Brenner I. 1973 and *Brenneria paradisiaca* to the genus *Dickeya* gen. nov. as *Dickeya chrysanthemi* comb. nov. and *Dickeya paradisiaca* comb. nov. and delineation of four novel species, *Dickeya dadantii* sp. nov., *Dickeya dianthicola* sp. nov., *Dickeya dieffenbachiae* sp. nov. and *Dickeya zea* sp. nov. *Int. J. Syst. Evol.* 55: 1415-27.
- Sarfraz S, Sahi ST, Oulghazi S, Riaz K, Rajput NA, Atiq M, Faure D (2019) First report of *Pectobacterium parmentieri* and *Pectobacterium polaris* causing potato blackleg disease in Punjab, Pakistan. *Plant Dis.* 103(6): 1405-1405.
- She XM, Lan GB, Tang YF, He ZF (2017) *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* causing pepper black spot disease in China. *J. Plant Pathol.* 99(3): 769-772.
- Soylu S, Kara M, Uysal A, Kurt Ş, Üremiş İ, Sertkaya E, Bozkurt İA, Öztürk M (2022) Amik ovası havuç ekim alanlarında sorun olan fungal ve bakteriyel hastalık etmenlerin belirlenmesi. *KSU Tar. Doğa Derg.* (in press)
<https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1015936>
- Van der Wolf JM, Acuña I, De Boer SH, Brurberg MB, Cahill G, Charkowski AO, Fleming T (2021) Diseases caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* species around the world. In *Plant diseases caused by Dickeya and Pectobacterium* species, Springer, pp 215-261.
- Voronina MV, Lukianova AA, Shneider MM, Korzhenkov AA, Toschakov SV, Miroshnikov KA, Ignatov AN (2021) First Report of *Pectobacterium polaris* causing soft rot and blackleg of potato in Russia. *Plant Dis.* 105(6).
- Waleron M, Waleron K, Podhajska AJ, Łojkowska E (2002) Genotyping of bacteria belonging to the former *Erwinia* genus by PCR-RFLP analysis of a *recA* gene fragment. *Microbiology* 148(2): 583-595.
- Waleron M, Waleron K, Lojkowska E (2013) Occurrence of *Pectobacterium wasabiae* in potato field samples. *Eur. J. Plant Pathol.* 137(1): 149-158.
- Waleron M, Waleron K, Lojkowska E (2014) Characterization of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *odoriferum* causing soft rot of stored vegetables. *Eur. J. Plant Pathol.* 139(3): 457-469.
- Waleron M, Waleron K, Lojkowska E (2015) First report of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* causing soft rot on potato and other vegetables in Poland. *Plant Dis.* 99(9): 1271-1271.
- Waleron M, Misztak A, Waleron M, Jonca J, Furmaniak M, Waleron K (2019a) *Pectobacterium polonicum* sp. nov. isolated from vegetable fields. *Int. J. Syst. Evol.* 69(6): 1751-1759.
- Waleron M, Misztak A, Jońca J, Waleron K (2019b) First report of *Pectobacterium polaris* causing soft rot of potato in Poland. *Plant Dis.* 103(1): 144-144.
- Wang J, Han W, Li Z, Cheng J, Pan Y, Zhao D, Zhu, J (2022) First Report of *Pectobacterium polaris* causing aerial stem rot of potato in China. *Plant Dis.* 106: 755.
- Zlatković N, Prokić A, Gašić K, Kuzmanović N, Ivanović M, Obradović A (2019) First report of *Pectobacterium carotovorum* subsp. *brasiliense* causing soft rot on squash and watermelon in Serbia. *Plant Dis.* 103(10): 2667-2667.



Investigation on phytoplasma diseases, their potential insect vectors and other hosts in pepper (*Capsicum annuum* L.) growing areas of Hatay-Turkey

Hatay ili biber (*Capsicum annuum* L.) üretim alanlarında fitoplazma hastalıklarının, potansiyel vektörlerinin ve diğer konukçularının araştırılması

Hakan ÇARPAR¹ , Gülşen SERTKAYA¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.1060097](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1060097)

Geliş tarihi /Received:19.01.2022

Kabul tarihi/Accepted:11.04.2022

Keywords:

Basil (*Ocimum basilicum*), *Ca.* Phytoplasma trifolii, *Ca.* Phytoplasma solani, *Euscelidius* sp., *Exitianus capicola*.

 Corresponding author: Hakan ÇARPAR

 hcarpar@mku.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: This study was conducted to determine the phytoplasma diseases of pepper plants in Hatay province between 2016 and 2019.

Methods and Results: Samples of pepper (*Capsicum annuum*), sesame (*Sesamum indicum*), basil (*Ocimum basilicum*), tomato (*Solanum lycopersicum*) and bindweed (*Convolvulus arvensis*) which had typical phytoplasma symptoms and insect (*Cicadellidae* spp.) samples were collected from the pepper fields. *Empoasca* sp., *Cicadulina bipunctata*, *Psammotettix* sp., *Balchutha hebe*, *Euscelidius* sp., *Anaceratagallia laevis* and *Exitianus capicola* were found as potential insect vectors of the phytoplasmas as descending order of population densities. T-budding grafting technique was successful for phytoplasma transmission from infected sesame and basil plants to healthy periwinkle (*Catharanthus roseus*) plants in controlled conditions. Phytoplasmas were detected in pepper, tomato, basil, sesame and bindweed and from some insect samples. Total nucleic acid isolation was accomplished by the CTAB method. Direct and Nested PCR were used employing R16F1/R16R0 and R16F2n/R16R2 primer pairs respectively.

Conclusions: DNA of positive samples were sequenced, and uploaded to Genbank, and were identified as *Ca.* Phytoplasma trifolii on pepper (MT993358), sesame (MT994434), tomato (MT992754), basil (MT994432), *Empoasca* sp. (MT994430), *Exitianus capicola* (MT994433), *Euscelidius* sp. (MT994431); and as *Ca.* Phytoplasma solani on binweed (MT993422) and tomato (MT992796).

Significance and Impact of the Study: According to our knowledge, this study is the first to identify and upload to Genbank of *Ca.* Phytoplasma trifolii on basil and *Empoasca* sp., *Exitianus capicola* and *Euscelidius* sp. as insect vectors of the diseases in Turkey.

Atif / Citation: Carpar H, Sertkaya G (2022) Investigation on phytoplasma diseases, their potential insect vectors and other hosts in pepper (*Capsicum annuum* L.) growing areas of Hatay-Turkey. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 241-252. DOI: 10.37908/mkutbd.1060097

INTRODUCTION

Pepper (*Capsicum annuum* L.) is an important field and greenhouse plant belonging to the nightshade (*Solanaceae*) family, native to South and Central

America. It is known that pepper was used as a food in the Americas 9000 years ago and has been cultivated since 6000 years ago (Perry et al., 2007). It has been reported in historical documents that pepper has spread to the world after the discovery of America in

1492, and it has been commercially produced since the 1600s (Anonymous, 2020). It is thought that it entered to Turkey from Istanbul in the 16th century due to the trade with Europe during the Ottoman Empire (Andrews, 1999).

In the world, 36 million tons of fresh pepper is produced on an area of approximately 2 million hectares and 4,625,833 tons of dry pepper is produced from an area of 1 million 856 thousand hectares, and Turkey ranks 3rd in the world after China and Mexico with a production of 1.9 million tons (FAO, 2020).

There are 5 species among 30 pepper species in the genus *Capsicum* (*Capsicum annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., and *C. pubescens* Ruiz & Pav.) cultivated in the world (Bosland, 1994). In Turkey, almost all of the pepper production belongs to the *C. annuum* species (Eken and Mavi, 2016), ranging from green peppers, bell peppers, capia, pointed to ornamental peppers as well as peppers for pepper paste are cultivated. In Turkey, Antalya province of Turkey is ranked at first with a production of approximately 500 thousand tons, while Hatay province ranks 12th with a production of 60 thousand tons (TUIK, 2020).

Many phytoplasma diseases that infect pepper have been reported in Turkey (Sertkaya et al., 2003; Sertkaya et al., 2007; Sertkaya, 2008; Sertkaya, 2012; Özdağ and Sertkaya 2017; Oksal et al., 2017; Yılmaz et al., 2019). In Hatay province, a phytoplasma disease belonging to 16SrXII-A group was determined in sesame, periwinkle, pepper, eggplant and tomato as well as in insect vector *Orosius orientalis* (Sertkaya et al., 2007; Sertkaya et al., 2013).

Ca. Phytoplasma trifolii was first reported to be the organism that caused the formation of clover proliferation (CP) in flowers of the alsike clover (*Trifolium hybridum*) plants in Canada in the early 1960s (Chiykowski, 1965); today it has been isolated from many vegetables, fruit trees and weeds (Usta et al., 2018; Zamharir, 2018; Oksal, 2020; Usta et al., 2021). In Turkey, *Ca.* Phytoplasma trifolii was first detected in pepper plants in Malatya (Oksal et al., 2017).

Phytoplasmas are disease agents in the Mollicutes class of bacteria. The agent, which has spread throughout the world, causes yellows, stunting and witches' broom, phyllody, and virescence symptoms in plants.

Since the agent could not be cultured in artificial media, transmitted by vectors and its symptoms were similar to those of virus symptoms, it was thought that the cause of the disease was a virus until 1967, but it was identified as Mycoplasma-Like Organism after imaging under the electron microscope (Doi et al., 1967). At the

10th congress of The International Organization for Mycoplasma (IRPCM) in 1994, the Phytoplasma Study Team adopted the name "Phytoplasma". It was suggested by IRPCM (The International Organization for Mycoplasma) to be included in the new genus as '*Candidatus* (*Ca.*) Phytoplasma' in 2004 (IRPCM, 2004). Phytoplasmas were categorized into 33 ribosomal groups, each containing several subgroups, by 2018 (Bertaccini and Lee, 2018).

Phytoplasmas cause devastating losses in cultivated plants and natural ecosystems worldwide. The agent causes disease in forest trees, vineyards, orchards, ornamental plants, weeds and many plants including vegetables such as potatoes, tomatoes, peppers, eggplants. Vector insects such as leafhoppers, planthoppers and psyllids are known to transmit the diseases. Other ways of transmission are identified as grafting, natural root fusion and parasitic plants such as dodder (*Cuscuta* sp.) (Çitir, 1985; McCoy et al., 1989; Şaş-Sertkaya, 1999; Lee et al., 2000; Singh and Singh 2000; Seemüller et al., 2002; Pracros. et al., 2006; Weintraub and Beanland, 2006; Bertaccini, 2007; Hogenhout and Music, 2010).

Phytoplasma belonging to 16 different ribosomal groups affecting vegetables has been reported worldwide and the aster yellows phytoplasma group (16SrI), which causes the highest number of diseases in different vegetables, is followed by the peanut witches' broom (16SrII) group (Kumari et al., 2019). Peanut witches' broom phytoplasma, which infects species belonging to Cucurbitacea (cucumber, zucchini), Solanaceae (pepper) and Cruciferae (radish) families, is transmitted by *Orosius albicinctus*, *Macrosteles laevis* and *Orosius argentatus* (Tran-Nguyen et al., 2003; Salehi et al., 2015), aster yellows phytoplasma is transmitted by *Macrosteles quadrilineatus* (Zheng-Nan et al., 2013). *Empoasca devastans*, *Hishimonus phycitis* and *Circulifer haematoceps* transmit clover proliferation (16SrVI) phytoplasma (Thomas and Krishnaswami, 1939; Salehi et al., 2007), which causes severe crop losses in eggplant and cabbage, while *Macrosteles laevis*, *Hyalesthes obsoletus* and *Circulifer tenellus* have been reported as vectors of stolbur phytoplasma (16SrXII-A) in vegetables. Especially, *C. tenellus* has been identified as a potential vector of potato purple top disease. A single insect species can transmit one or more phytoplasma diseases, or a phytoplasma can be transmitted by different insect species (Lee et al., 1998). The presence of these vector insects, which are known to transmit phytoplasma diseases, have been reported in cultivated plants belonging to the Solanaceae family grown in Hatay province (Kılıç and

Sertkaya, 2019).

In this study, phytoplasma diseases in pepper and weed species in and around pepper fields and other cultivated plants grown in the same fields in Hatay province and potential vector insect species that play a role in the spread of these diseases were investigated. Thus, basic data on the general situation of phytoplasma diseases in pepper fields, to control of the disease and especially the prevention of its spread was tried to be obtained.

MATERIALS and METHODS

Plant samples

The study was carried out in Antakya, Reyhanlı, Kırıkhan, Samandağ, Arsuz and Altınözü districts of Hatay province in Turkey between May and October in 2016 to 2019. Pepper plants and basil, sesame, tomato plants and bindweed in pepper fields were used as research material. In the areas visited in the study, symptoms specific to phytoplasmas such as general yellows, stunting, sterility, upward orientation of flower structures, virescence, phyllody, big bud, bushy plants, little leaves, upward curling of leaves and shoot samples were collected from the plants. During the study, a total of 450 peppers (*Capsicum annuum* L.), 35 sesame (*Sesamum indicum* L.), 5 tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.), 7 basil (*Ocimum basilicum* L.) and 20 bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) plant samples were collected.

Insect samples

Insects from pepper fields were collected at the end of the growing season (September-October) with the D-VAC. Insects were collected randomly with the help of D-VAC and in the form of zigzag patterns in the field. Among the collected insect species, samples belonging to the Cicadellidae (Hemiptera) family were separated and identified by Prof. Dr. Hüseyin BAŞPINAR (Adnan Menderes University).

Biological indexing

Tissue grafting was done to healthy test plants with tissue pieces taken from pepper, tomato, basil and sesame plants showing phytoplasma symptoms in field conditions. Plant parts containing phloem tissue of 10-15 mm in length from infected plants were grafted onto healthy test plants. T budding was used in grafting and studies were carried out to transmit the disease. Grafting was attempted in the same species (pepper to pepper) and between species (sesame and basil to pepper and periwinkle) in the studies. Tissue fragments

were taken from the plants and inoculated to at least 5 plants from the test plants, both intraspecific (pepper to pepper) and interspecies (pepper to sesame, sesame to periwinkle).

Nucleic acid isolation and polymerase chain reaction studies

Total nucleic acid isolation in plant samples was performed according to the CTAB method (Doyle and Doyle, 1990). Leaf midrib and flower parts were used for DNA isolation from plant samples. After identifying the insects collected from pepper fields, DNA isolation was performed with the MN (Macherey-Nagel) isolation kit. For the abundant insect species (i.e. *Empoasca* sp., *Cicadulina bipunctata*, *Psammotettix* sp., *Balclutha hebe* and *Euscelidius* sp.) groups of 5 individuals, in rare species (i.e. *Anaceratagallia laevis*, *Exitianus capicola*) each individual's DNA was isolated. PCR studies were carried out in two stages. Universal primer pairs R16F1/R16R0, F1 5'-AAGACGAGGATAACAGTTGG-3' -R0 5'-GGATACCTTGTACGACTTAACCCC-3' (Lee et al., 1994) yielding 1.8 kbp were used in Direct-PCR, R16F2n/R16R2, F2n 5'-CGACTGCTAAGACTGG-3'-R2 5'-TGACGGGCGGTGTGTACAAACCCCG-3' (Gundersen and Lee, 1996) yielding 1,250 bp were used for Nested-PCR. Total nucleic acid and Direct PCR products used in Direct and Nested PCR studies were diluted to 1/30 ratio.

Genome sequencing

The sequencing for both forward and reverse reads was performed by a commercial firm (BM Yazılım Danış. ve Lab. Sis. Ltd. Şti.) using the Sanger method on 33 isolates selected from plant and insect samples with positive Nested PCR results. Only one of the isolates with the same DNA sequence in the sequencing results was selected and uploaded to the NCBI Genbank.

In silico RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) analysis

The samples for which DNA sequence analysis was performed were uploaded to Genbank, their codes were taken, and cut with 6 different restriction enzymes (*AluI*, *HaeIII*, *HhaI*, *TaqI*, *MseI* and *RsaI*) using the *iPhyClassifier* (Zhao et al, 2009) program.

Phylogenetic analyzes

Phylogenetic analysis was performed using MEGA-X (version 10.2.4 <https://www.megasoftware.net>) to determine the relationships of the (Hosseini et al., 2016) current isolates and their closely related (99%) previously registered isolates in Genbank. Thus, the

differentiation and similarity of the obtained sequences with each other were determined and their phylogenetic relatedness levels were revealed. The Neighbor-Joining method was used to create a phylogenetic tree and the Maximum Likelihood method was used as a statistical method.

RESULTS and DISCUSSION

Phytoplasma detection

According to the evaluations made under field conditions, the symptoms that may be related to

phytoplasma infections in pepper plants were observed in 2016 (0,5-3%).

While symptoms were rarely observed in pepper plants in the same regions in 2017 and 2018, a high rate of (3/10) phytoplasma symptoms was observed in sesame and basil plants grown in pepper fields in all of the three years (Figure 1). The most common symptoms thought to be related to phytoplasmas, along with abnormalities in flower structures and phyllody observed in pepper, tomato, basil, sesame, bindweed and periwinkle plants were shown in Table 1.

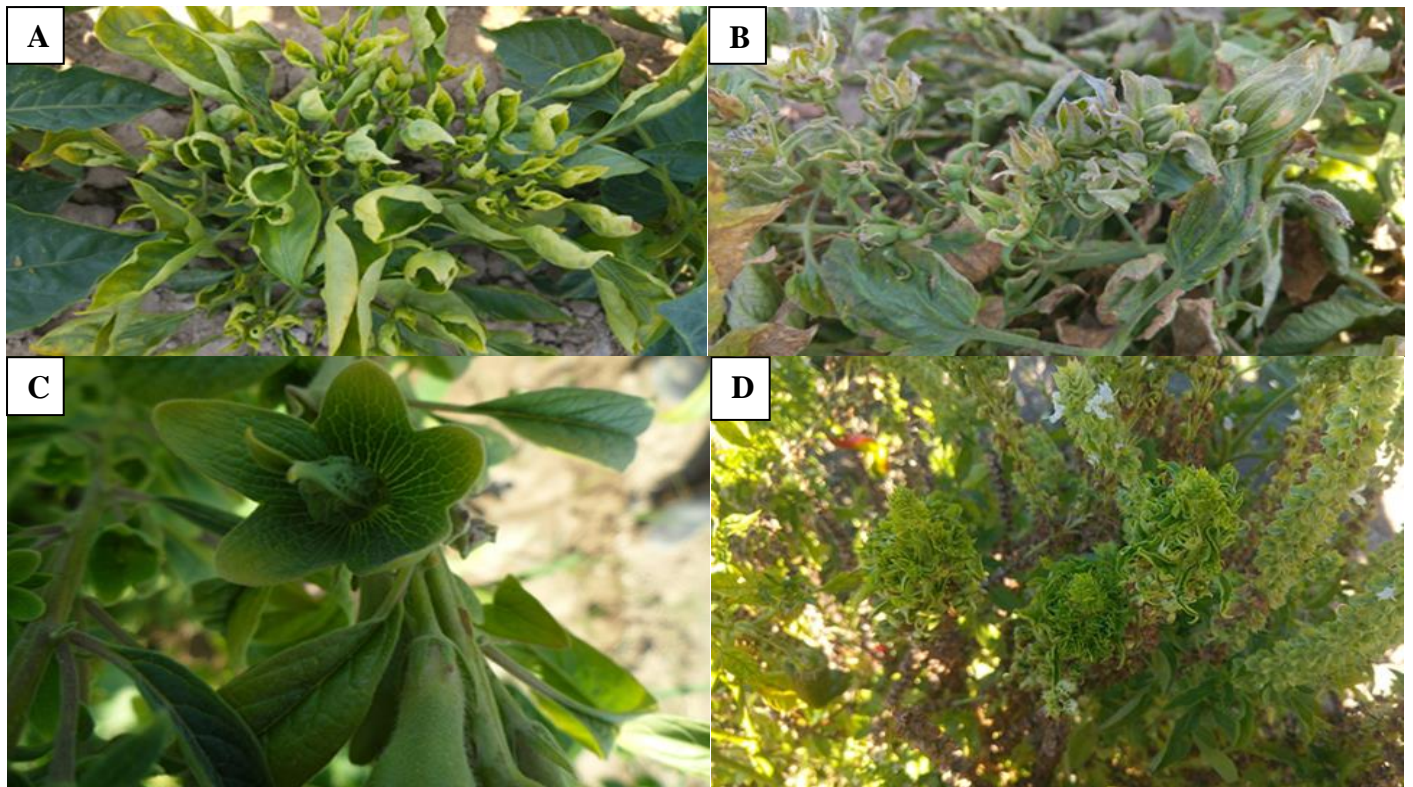


Figure 1. Phytoplasma symptoms; uprolling of the leaves on pepper (A), big buds on tomato (B), phyllody on sesame (C) and phyllody and witches' broom on basil (D) plants

According to studies of transmission of the disease through tissue grafting inoculation, the transmission rate of the disease was found to be approximately 50% (6/11), although the tissue pieces dried in about 1 week in the grafts made from infected sesame and basil to Periwinkle. However, inoculations made with tissue pieces taken from infected peppers, the disease could not be transmitted either to its own species or to other species. Therefore, it has been observed that the most successful plant in transferring the disease in grafting, even from different species, is periwinkle. As a result of laboratory studies and analyzes, *Ca. Phytoplasma trifolii* belonging to 16SrVI group was detected in pepper, tomato, basil and sesame samples, while *Ca.*

Phytoplasma solani belonging to 16SrXII group was detected in tomato and bindweed plants. One sample from the tomato plants exhibiting big bud symptom on the margins of the pepper fields was found to be infected by *Ca. Phytoplasma solani* belonging to the 16SrXII and the other one was infected by *Ca. Phytoplasma trifolii* belonging to the 16SrVI group (Table 1), thus more than one phytoplasma species/group could infect the same plant species. As a matter of fact, in some studies conducted in different geographies, it has been reported that phytoplasmas belonging to different groups cause big bud disease in tomatoes. As a causative agent of tomato big bud disease phytoplasmas have been reported all around

the world; namely aster yellows (16SrI) in Iran, paenut witches' broom (16SrII) in China and India, elm yellows (16SrV) in Mauritius, clover proliferation (16SrVI) in the U.S. and stolbur (16SrXII) in Russia (Gungoosingh-Bunwaree et al., 2007; Ember et al., 2011; Xu et al., 2013; Sichani et al., 2014; Kumari et al., 2018). Stolbur phytoplasma group (16SrXII-A) of symptoms associated with sesame and periwinkle with phyllody symptoms,

pepper with stolbur symptoms, eggplant with yellow-little leaf and tomatoes with big bud, as well as *Orosius orientalis* vector insects were reported by Sertkaya et al. (2007) in Hatay province. Çağlar et al. (2010) detected "*Ca. Phytoplasma solani*" (16SrXII-A) on potato plants in Kayseri and Sivas provinces, on tomato plants and in *Cicadula inornata* (Cicadellidae) in Kahramanmaraş and Adana provinces.

Table 1. Phytoplasmas detected the plant species, number of infected plant/total plant sample and main symptoms observed on these plants

Plant Species	Phytoplasma(s) detected (Number of infected plants/ Number of tested plants)	Phytoplasma Group	Common symptoms observed
Pepper (<i>Capsicum annuum</i>)	<i>Ca. Phytoplasma trifolii</i> (135/450)	16SrVI	Stunting, yellowing, upward rolling of leaves, big buds and upward shooting
Tomato (<i>Solanum lycopersicum</i>)	<i>Ca. Phytoplasma solani</i> (1/5) <i>Ca. Phytoplasma trifolii</i> (1/5)	16SrVI, 16SrXII	Bushy, big buds and upward shooting
Basil (<i>Ocimum basilicum</i>)	<i>Ca. Phytoplasma trifolii</i> (7/7)	16SrVI	Sterility, phyllody, longer pedicel, leaf-like structures emerging from the flower
Bindweed (<i>Convolvulus arvensis</i>)	<i>Ca. Phytoplasma solani</i> (3/20)	16SrXII	Witches' broom, yellowing, little leaf and upward rolling of leaves
Periwinkle (<i>Catharanthus roseus</i>)	<i>Ca. Phytoplasma trifolii</i> (17/35)	16SrVI	Witches' broom, phyllody

In this study, it was observed that towards the end of the production period (September-October) there was an increase in populations of the Cicadellidae family especially after ceasing of the insecticide applications. In the study, insect species of *Empoasca* sp. (90), *Cicadulina bipunctata* (Melichar) (85), *Psammotettix* sp. (65), *Balclutha hebe* (Kirkaldy) (35), *Euscelidius* sp. (25), *Anaceratagallia laevis* (Ribaut) (4), *Exitianus capicola* (Stal) (3) were collected. *Empoasca* sp was the most abundant insect species collected by D-VAC, followed by *Cicadulina bipunctata*, *Psammotettix confinis* and *Psammotettix* sp. Other identified species included *Exitianus capicola*, *Euscelidius* sp. and *Balclutha hebe*, the insect samples determined to be Delphacidae could not be identified at the species level and were recorded as Delphacidae (Table 2).

It has been reported by Kılıç and Sertkaya (2019) that *Empoasca decipiens*, *Asymmetrasca decedens* and *Psammotettix provincialis* species were abundant/densely populated in the areas where important Solanaceae crops (potato, tomato, pepper, eggplant) are grown in Hatay. *Exitianus capicola* is known to be the vector of *Ca. Phytoplasma cynodontis* (Salehi et al., 2009). It has been reported that *Ca.*

Phytoplasma trifolii could be successfully transmitted by *Ceratagallia nitidula* and *Empoasca abrupta* (Hemiptera: Cicadellidae) species that feed on ornamental peppers infected with *Ca. Phytoplasma trifolii* for one week and these species were vectors (Salas-Muñoz et al., 2018). In this study, the phytoplasma determined species, the number of tested insects and the determined phytoplasmas in pepper fields are given in Table 2.

Table 2. Insect species in which phytoplasmas determined

Insect Species	Phytoplasma determined	Phytoplasma Group	Number of Positive Sample/ Number of Total Samples
<i>Empoasca</i> sp.	<i>Ca. Phytoplasma trifolii</i>	16SrVI	9/18 (90)
<i>Exitianus capicola</i>	<i>Ca. Phytoplasma trifolii</i>	16SrVI	1/3 (3)
<i>Euscelidius</i> sp.	<i>Ca. Phytoplasma trifolii</i>	16SrVI	4/5 (25)
Delphacidae (unidentified species)	<i>Ca. Phytoplasma trifolii</i>	16SrVI	2/2 (2)

Empoasca sp., *Euscelidius* sp. and *Exitianus capicola* were determined to be able to transmit *Ca. Phytoplasma trifolii* belonging to the 16SrVI group. *Ca. Phytoplasma trifolii* was also determined in phytoplasma positive insect samples belonging to Delphacidae family, which could not be identified at the species level. The presence of any phytoplasma agent could not be determined in *Cicadulina bipunctata*, *Psammotettix* sp., *Balclutha hebe* and *Anaceratagallia laevis* species.

It was determined that *Ca. Phytoplasma trifolii* is the common phytoplasma species especially in pepper plants along with *Ca. Phytoplasma solani* in tomato and bindweed samples in pepper fields in Hatay province, potential insect vectors include species belonging to different families, and the presence of hosts other than pepper in the same field. Potential insect vectors of phytoplasma diseases identified in this study were mostly species belonging to the family Cicadellidae, which are common in pepper fields. One sample from each species was selected and uploaded to the NCBI Genbank.

Ca. Phytoplasma trifolii (16SrVI) isolates from pepper (MT993358), tomato (MT992754), sesame (MT994434),

basil (MT994432), *Empoasca* sp. (MT994430), *Exitianus capicola* (MT994433) and *Euscelidius* sp. (MT994431) were uploaded in Genbank. In order to determine the sub-group of the Phytoplasma, virtual RFLP analysis were accomplished by selecting 16SrVI group with *AluI*, *HaeIII*, *HhaI*, *TaqI*, *MseI* and *RsaI* digests in the *iPhyClassifier* (Zhao et al, 2009) program (Figure 2).

Samples of *Ca. Phytoplasma trifolii* uploaded to Genbank matched with 98.33% similarity rate to Van (Turkey) isolate MG732925 (Usta et al., 2018), with 99.76% similarity rate to Mexican isolate MK996152 (unpublished data), and 99.68% similarity rate to both Mexico MF092789 (Swisher et al., 2018), Iran MK379605 (Babaei et al. 2020) and MG788318 (unpublished data), 99.60% similarity rate to Iran isolate JF508509 (Jamshidi et al. 2014). The isolate MT992796 identified as *Ca. Phytoplasma solani* was similar to MN047263 (Jakovljević et al., 2020) and to Bulgaria isolate JN561702 (unpublished data) with a rate of 99.76%, and the isolate coded MT993422 was similar to KF614623 (Adamovic et al., 2014) with a rate of 99.60% (Figure 3). With this study, *Ca. Phytoplasma trifolii* was detected in *Empoasca* sp., *Exitianus capicola* and *Euscelidius* sp. in Turkey for the first time.

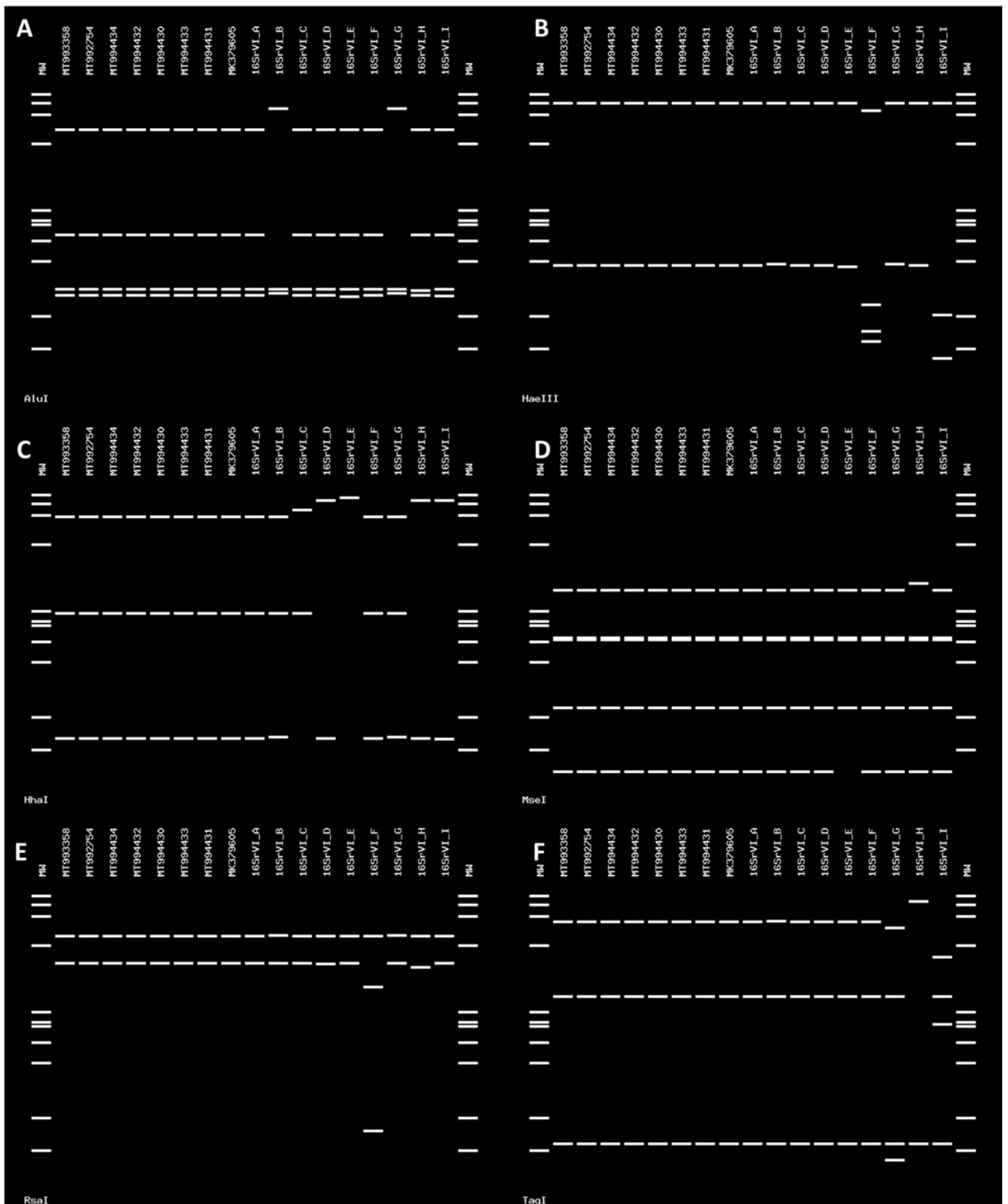


Figure 2. Digestions by AluI (A), HaeIII (B), HhaI (C), MseI (D), RsaI (E) ve TaqI (F) enzymes determined by iPhyClassifier (Zhao et al., 2009) (MW:1 kb DNA marker) Reference sample (MK379605) (Babaei et al., 2020) shown in the blue rectangulars

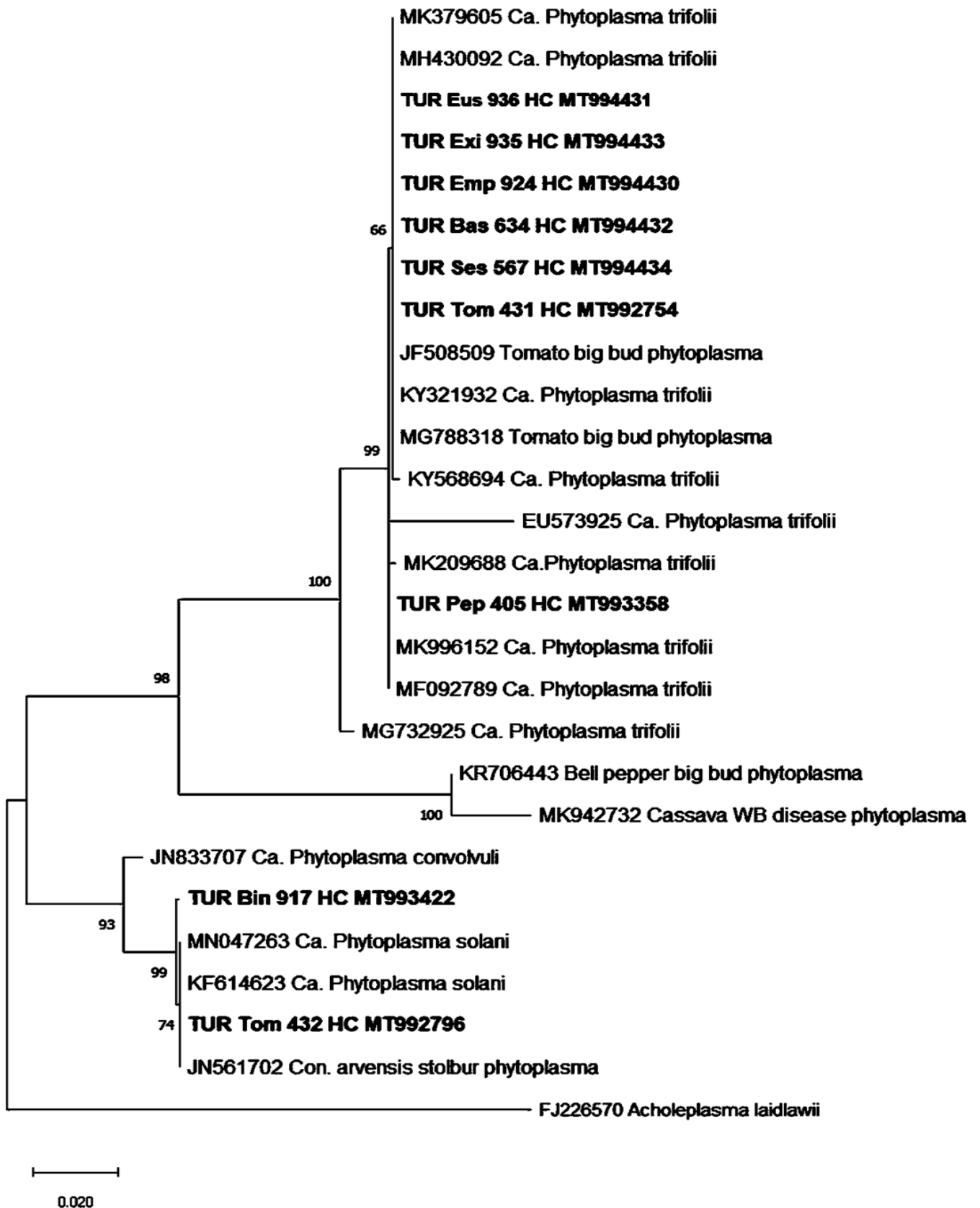


Figure 3. Phylogenetic tree created with the neighbour-joining method by MEGA-X, Bootstrap (1000 replicates) analysis was used. *Acholeplasma laidlawii* (FJ226570) was selected as root. Isolates written in bold characters are recorded in this study

In conclusion, in this study, the expected level of amplification was obtained as a result of PCR analysis in pepper, sesame, bindweed, tomato and basil plants. *Ca. Phytoplasma trifolii* belonging to group 16SrVI was detected in pepper, tomato, basil and sesame samples, while *Ca. Phytoplasma solani* belonging to group 16SrXII was detected in tomato and bindweed plants.

Ca. Phytoplasma solani belonging to group 16SrXII was detected in one of 2 tomato plants showing big buds, and *Ca. Phytoplasma trifolii* belonging to group 16SrVI were detected in the other sample. According to field observations, it was determined that the populations of insect species belonging to the Cicadellidae family increased at the end of the production period in pepper fields. Among the insect species collected by D-VAC, the most abundant species was *Empoasca* sp, followed by *Cicadulina bipunctata* and *Psammotettix* sp. species followed.

Although there are different approaches for the control of phytoplasma diseases, there is no method that can be effective alone in the fight against the disease. Controlling vector insects will reduce the spread of phytoplasma diseases. However, although it is not possible to eradicate all vector insects in field conditions, over-spraying will not be an economical and healthy practice. Eradication of plants exhibiting symptoms of disease in field conditions can also significantly reduce the spread of phytoplasma diseases. Phytoplasma diseases can remain in perennial weeds for many years and these weeds play a role as an alternative host in field conditions.

In this study, it was determined that cultivars and weed species in pepper fields could also be hosts for phytoplasmas. In addition, the detection of phytoplasmas in vector insect species collected from pepper fields shows that phytoplasma diseases can be transmitted naturally to other crops.

In future studies, it is important to investigate other potential vector species belonging to Delphacidae family, together with the species belonging to Cicadellidae family, to determine the role of the transfer of these pathogens to uninfected areas and to other plant species.

ÖZET

Amaç: Bu çalışma 2016-2019 yılları arasında Hatay ili biber alanlarındaki fitoplazma hastalıklarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Yöntem ve Bulgular: Biber arazileri içerisindeki fitoplazmalara özgü belirtiler gösteren biber (*Capsicum annuum*), susam (*Sesamum indicum*), fesleğen (*Ocimum*

basilicum), domates (*Solanum lycopersicum*), tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) ve böcek (Cicadellidae spp.) örnekleri toplanmıştır. Ziyaret edilen alanlarda, popülasyon yoğunlukları sıralamasına göre, fitoplazmaların böcek vektörleri olarak *Empoasca* sp., *Cicadulina bipunctata*, *Psammotettix* sp., *Balchutha hebe*, *Euscelidius* sp., *Anaceratagallia laevis* ve *Exitianus capicola* bulunmuştur. Kontrollü koşullarda yapılan T göz aşısı ile, hastalıklı susam ve fesleğen örneklerinden Cezayir menekşesine (*Catharanthus roseus*) yapılan aşılama hastalık bulaştırılmıştır. Toplam nükleik asit izolasyonu CTAB metoduna göre yapılmıştır. Direkt ve Nested PCR çalışmalarında sırasıyla R16F1/R16R0 ve R16F2n/R16R2 primer çiftleri kullanılmıştır.

Genel Yorum: Fitoplazma bulunan bazı örneklerde DNA dizisi belirlenmiş ve Genbankası'na yüklenmiştir. Biber, domates, fesleğen, susam ve tarla sarmaşığında ve bazı böcek türlerinde fitoplazma tespit edilmiştir. Genbankası'na yüklenen biber (MT993358), susam (MT994434), domates (MT992754), fesleğen (MT994432), *Empoasca* sp. (MT994430), *Exitianus capicola* (MT994433), *Euscelidius* sp. (MT994431) örneklerinde Candidatus *Phytoplasma trifolii*; tarla sarmaşığı (MT993422) ve domates (MT992796) örneklerinde *Candidatus Phytoplasma solani* tespit edilmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Mevcut literatür bilgilere göre *Ca. Phytoplasma trifolii*, fesleğende ve vektör böcek olarak *Empoasca* sp., *Exitianus capicola* ve *Euscelidius* sp.'de ülkemizde ilk kez bu çalışma ile tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ca. Phytoplasma trifolii*, *Ca. Phytoplasma solani*, *Exitianus capicola*, *Euscelidius* sp., fesleğen (*Ocimum basilicum*).

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Hatay Mustafa Kemal University Scientific Research Projects Commission (Project No: 15981). Also, we thank to Prof. Dr. Hüseyin BAŞPINAR (Adnan Menderes University) for diagnosing insects and to Prof. Dr. İlhan Üremiş (Hatay Mustafa Kemal University) for diagnosing weeds.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Adamovic D, Djalovic I, Mitrovic P, Kojic S, Pivic R, Josic D (2014) First Report on natural infection of *Paeonia tenuifolia* by 'Candidatus Phytoplasma solani' in Serbia. *Dis. Notes*. 98(4): 565.
<https://doi.org/10.1094/PDIS-07-13-0702-PDN>
- Andrews J (1999) *The Pepper Trail: History and Recipes from Around the World*. University of North Texas Press, Denton, TX, pp. 261.
- Anonymous (2020) <https://www.italian-feelings.com/history-of-the-chili-pepper-christopher-columbus-gift-to-europe/>
- Babaei G, Esmailzadeh-Hosseini SA, Zandian M, Nikbakht V (2020) Identification of phytoplasma strains associated with witches' broom and yellowing in *Ziziphus jujube* nurseries in Iran. *Phytopathol. Mediterr.* 59(1): 55-61.
- Bertaccini A (2007) Phytoplasmas: diversity, taxonomy and epidemiology. *Front. Biosci.* 12: 673-689.
- Bertaccini A, Lee IM (2018) "Phytoplasmas: an update," in: *Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria-I, in Characterization and Epidemiology of Phytoplasma-Associated Diseases*. *Phytoplasmas: Plant Pathogenic Bacteria-I*, 1-29.
- Bosland PW (1994) *Chiles: History, Cultivation and Uses Spices*. (Ed. G.Charalambous). Herbs and Edible Fungi, Elsevier Science, B.V. New Mexico.
- Chiykowski LN (1965) A yellows-type virus of Alsike Clover in Alberta. *Canad. J. Bot.* 43(5): 527-536.
- Çağlar BK, Elbeaino T, Küsek M, Pehlivan D, Fidan H, Portakaldalı M (2010) Stolbur Phytoplasma infections in potato and tomato plants from different locations in Turkey. *J. Turk. Phytopath.* 39(1-3): 1-8.
- Çıtır A (1985) Preliminary investigation of potato diseases caused by MLOs in Erzurum region. *J. Turkish Phytopathology* 14: 53-63.
- Doi Y, Teranaka M, Yora K, Asuyama H (1967) Mycoplasma -or PLT group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellows or paulownia witches' broom. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 33: 259-266.
- Doyle JJ, Doyle JL (1990) Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12: 13-15.
- Eken Nİ, Mavi K (2016) Çan biberinde (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) meyve olgunluk dönemleri ile tohum gelişimi ve kalitesi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Tarım Bilim. Derg.* 22: 69-76.
- Ember I, Acs Z, Munyaneza JE, Crosslin JM, Kolber M (2011) Survey and molecular detection of Phytoplasmas associated with potato in Romania and southern Russia. *Eur. J. Plant Pathol.* 130: 367-377.
- FAO (2020) <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize> (Erişim tarihi: 05.03.2022).
- Gundersen DE, Lee IM (1996) Ultrasensitive detection of Phytoplasmas by nested-PCR assays using two universal primer pairs. *Phytopathol Mediterr.* 35: 144-151.
- Gungoosingh-Bunwaree A, Bertaccini A, Benimadhu SP (2007) Presence of Phytoplasma infections in tomato plants in Mauritius. *Bull. Insectol.* 60: 151-152.
- Hogenhout AS, Music MS (2010) *Phytoplasma Genomics, from Sequencing to Comparative and Functional Genomics- What Have We Learnt? Phytoplasmas: Genoms, Plant Hosts and Vectors* 19-37.
- Hosseini SAE, Salehi M, Mirchenari SM, Bertaccini A (2016) First report of a 16SrII-D phytoplasma associated with *Calendula officinalis* phyllody in Iran. *New Dis. Rep.* 34: 22.
- IRPCM (2004) 'Candidatus Phytoplasma', a taxon for the wall-less, non-helical prokaryotes that colonize plant phloem and insects. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 54: 1243-1255.
- Jamshidi E, Jafarpour B, Rouhani H, Salehi M (2014) Association of Members of Clover Proliferation (16srvi) and Pigeon Pea Witches' broom (16srix) Phytoplasma Groups With Tomato Big Bud Disease in Iran. *Iran. J. Plant Pathol.* 50(2): 77-89.
- Jakovljević M, Jović J, Krstić O, Mitrović M, Marinković S, Toševski I, Cvrković T (2020) Diversity of phytoplasmas identified in the polyphagous leafhopper *Euscelis incisus* (Cicadellidae, Deltocephalinae) in Serbia: pathogen inventory, epidemiological significance and vectoring potential. *Eur. J. Plant Pathol.* 156: 201-221.
- Kılıç M, Sertkaya E (2019) Hatay ilinde yetiştirilen Solanaceae familyasına ait sebzelerde zararlı Cicadellidae, Cixiidae ve Delphacidae (Hemiptera) türleri. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 24(3): 217-231.
- Kumari DA, Vennila DS, Bhat MN, Rao GP (2018) Increasing incidence of tomato big bud Phytoplasma in Ranga Reddy District of Telangana State, India. *Ind. Phytopathol.* 71: 207-211.
- Kumari S, Nagendran K, Rai AB, Singh B, Rao GP, Bertaccini A (2019) Global Status of Phytoplasma Diseases in Vegetable Crops. *Front. Microbiol.* 10: 1349.
- Lee IM, Gundersen DE, Hammond RW, Davis RE (1994) Use of mycoplasma-like organism (MLO) group-

- specific oligonucleotide primers for nested-PCR assays to detect mixed- MLO infections in a single host plant. *Phytopathology* 84(6): 559-566.
- Lee IM, Gundersen-Rindal DE, Bertaccini A (1998) *Phytoplasma: ecology and genomic diversity*. *Phytopathology* 88: 1359-1366.
- Lee IM, Davis RE, Gundersen-Rindal DE (2000) *Phytoplasma: phytopathogenic mollicutes*. *Annu. Rev. Microbiol.* 54: 221-255.
- McCoy RE, Caudwell A, Chang CJ, Chen TA, Chiykowski LN, Cousin MT, Dale JL, De Leeuw GTN, Golino DA, Hackett KJ, Kirkpatrick BC, Marwitz R, Petzold H, Sinha RC, Sugiura M, Whitcomb RF, Yang IL, Zhu BM, Seemüller E (1989) Plant diseases associated with mycoplasma-like organisms. pp. 546-640. In: *The Mycoplasmas*. Vol. 5 (Whitcomb R. F., Tully J. G., Eds). Academic Press, New York, USA.
- Oksal HD (2020) Natural Phytoplasma infections on fruit, vegetable and weed plants at the same agroecosystem and their molecular properties. *Not. Bot. Horti. Agrobot. Cluj. Napoca* 48(2):615-625.
- Oksal HD, Kaya Apak F, Oksal E, Tursun T, Sipahioglu HM (2017) Detection and molecular characterization of two '*Candidatus Phytoplasma trifolii*' isolates infecting peppers at the same ecological niche. *Int. J. Agric. Biol.* 19(6): 1372-1378.
- Özdağ Y, Sertkaya G (2017) Investigation on viruses causing yellowing disease in pepper in Hatay-Turkey. *MKU.Tar.Bil. Derg.* 22: 16-22.
- Perry L, Dickau R, Zarrillo S, Holst I, Pearsall DM, Piperno DR, Berman MJ, Cooke RC, Rademaker K, Ranere AJ, Raymond JS, Sandweiss DH, Scaramelli F, Tarble K, Zeidler JA (2007) Starch Fossils and the Domestication and Dispersal of Chili Peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science* 315: 986-988.
- Pracros P, Renaudin J, Eveillard S, Mouras A, Hernould M (2006) Tomato flower abnormalities induced by stolbur Phytoplasma infection are associated with changes of expression of floral development genes. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 19: 62-68.
- Salas-Muñoz S, Mauricio-Castillo JA, Dietrich CH, Creamer R, Reveles-Torres LR (2018) First report of the leafhoppers *Ceratagallia nitidula* and *Empoasca abrupta* (Hemiptera: Cicadellidae) as vectors of '*Candidatus Phytoplasma trifolii*'. *Plant Dis.* 102(12): 2636-2637.
- Salehi M, Izadpanah K, Nejat N, Siampour M (2007) Partial characterization of Phytoplasmas associated with lettuce and wild lettuce phyllodies in Iran. *Plant Pathol.* 56: 669-676.
- Salehi MT, Izadpanah K, Siampour M, Taghizadeh M (2009) Molecular characterization and transmission of bermuda grass white leaf Phytoplasma in Iran. *J. Plant Pathol.* 91(3): 655-661.
- Salehi M, Siampour M, Alireza S, Hosseini E, Bertaccini A (2015) Characterization and vector identification of Phytoplasmas associated with cucumber and squash phyllody in Iran. *Bull. Insectol.* 68: 311-319.
- Seemüller E, Garnier M, Schneider B (2002) *Mycoplasmas of Plants and Insects. Molecular Biology and Pathogenicity of Mycoplasmas* 91-115.
- Sertkaya G (2008) Hatay biberi "Geyik Boynuzu" Kırmızı biber tiplerinde tohumla ve mekanik olarak taşınabilen bazı virüslerin araştırılması. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiriler, s.403.
- Sertkaya G (2012) Hatay ili kırmızı biber alanlarında domates mozaik virüsü (ToMV)' nün araştırılması. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu 223-228.
- Sertkaya G, Sertkaya E, Daplan N (2003) Black nightshade (*Solanum nigrum* L.) as a host of Cucumber mosaic virus (CMV) in pepper crop in Hatay province of Turkey. *MKU.Tar. Bil. Derg.* 22(1): 16-22.
- Sertkaya G, Sertkaya E, Kılıç M (2013) Investigation on Phytoplasma Diseases in Potato Fields in Eastern Mediterranean Region of Turkey. 15th Triennial Meeting of the Virology Section of the European Association of Potato Research- EAPR. p.35. 28-31 May 2013. Antalya, Turkey.
- Sertkaya G, Martini M, Musetti R, Osler R (2007) Detection and molecular characterization of Phytoplasmas infecting sesame and solanaceous crops in Turkey. *Bull. Insectol.* 60(2): 141-142.
- Sichani FV, Bahar M, Zirak L (2014) Characterization of Phytoplasmas related to aster yellows group infecting annual plants in Iran, based on the studies of 16S rRNA and rp genes. *J. Plant Prot. Res.* 54: 1-8.
- Singh D, Singh SJ (2000) Chilli little leaf - a new Phytoplasma disease in India. *Indian Phytopathol.* 53: 309-310.
- Swisher KD, Munyaneza JE, Velásquez-Valle R, Mena-Covarrubias J (2018) Detection of pathogens associated with psyllids and leafhoppers in *Capsicum annum* L. in the Mexican states of Durango, Zacatecas, and Michoacán. *Plant Dis.* 102(1):146-153.
- Şaş-Sertkaya G (1999) Transmission of *Spiroplasma citri* and sesame phyllody to test plants by grafting, dodder and insect vector. First Internet Conference on Phytopathogenic Mollicutes. *J. Plant Pathol.* 82(1):73-75.
- Thomas KM, Krishnaswami CS (1939) Little leaf a transmissible disease of brinjal. *Proc. Natl. Acad. Sci.*

- U.S.A. 10: 201-202.
- Tran-Nguyen LT, Persley DM, Gibb KS (2003) First report of Phytoplasma disease in capsicum, celery and chicory in Queensland. *Aus. Plant Pathol.* 32: 559-560.
- TUİK (2020) <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 03.12.2020).
- Usta M, Güller A, Sipahioğlu HM (2018) Molecular analysis of '*Candidatus Phytoplasma trifolii*' and '*Candidatus Phytoplasma solani*' associated with Phytoplasma diseases of tomato (PDT) in Turkey. *Int. J. Agric. Biol.* 20(9): 1991-1996.
- Usta M, Güller A, Sipahioğlu HM (2021) First report of '*Candidatus Phytoplasma trifolii*' associated with leaf reddening and upright growth in pears (*Pyrus communis* L.). *Plant Prot. Sci.* 57(3): 188-195.
- Weintraub PG, Beanland L (2006) Insect vector of Phytoplasmas. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 91-111.
- Xu X, Mou HQ, Zhu SF, Liao XL, Zhao WJ (2013) Detection and characterization of Phytoplasma associated with big bud disease of tomato in China. *J. Phytopathol.* 161: 430-433.
- Yılmaz S, Çağlar BK, Djelouah K (2019) Molecular characterization of Phytoplasma diseases of pepper in Turkey. *J. Phytopathol.* 167: 479-483.
- Zamharir MG (2018) Association of '*Candidatus Phytoplasma trifolii*' related strain with white willow proliferation in Iran. *Australas. Plant Dis. Notes* 13(1): 17.
- Zhao Y, Wei W, Lee IM, Shao J, Suo X, Davis RE (2009) Construction of an interactive online Phytoplasma classification tool, iPhyClassifier, and its application in analysis of the peach X-disease Phytoplasma group (16SrIII). *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 59: 2582-2593.
- Zheng-Nan L, Zhang L, Song JG, Wu YF (2013) Molecular detection and identification of Phytoplasma associated with pepper witches' broom in China. *Phytoparasitica* 41: 429-434.



Patateslerde kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığı (*Rhizoctonia solani*)'nın kimyasal ve biyolojik yöntemlerle mücadele olanaklarının araştırılması

Investigation of chemical and biological control possibilities of stem canker and black scurf (*Rhizoctonia solani*) diseases in potatoes

Aysel Zübeyde ERDEVİL¹ , Ali ERKILIÇ¹ 

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sarıçam-Adana, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.1080205](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1080205)

Geliş tarihi/Received:28.03.2022

Kabul tarihi/Accepted:11.04.2022

Keywords:

Potato, *Rhizoctonia solani*, fungicide, activator, biological control.

 Corresponding author: A.Z. ERDEVİL

 erdevilay@gmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: In this study, it was aimed to determine the effects of various chemical fungicides, plant activators and biological preparats on the suppression of mycelial growth and disease incidence caused by stem canker and black scurf disease agent *Rhizoctonia solani*.

Methods and Results: In the experiment, the effects of fungicides (flutolanil, fluxapyroxad, fludioxonil, penflufen+Prothiconazole and tolclophos-methyl+thiram) and plant activators (ISR-2000, Crop-set, Aliette and Messenger Gold) on the mycelial growth of *R. solani* were determined under laboratory conditions. The antagonistic effects of biofungal and biobacterial preparats (T-22 Planter Box, Triunum-p, Serenade and Cedriks) against *R. solani* were also investigated. The effects of chemicals and biological preparats on the disease of *R. solani* were evaluated with micro-plot trials. According to the *in vitro* results; fungicides tolclophos-methyl+thiram and flutolanil inhibited mycelial growth 100% from 5 ppm. Among plant activators, the highest fungicidal effect was caused in Aliette with 31.5% inhibition at 1000 ppm. Commercial biofungal preparat *Trichoderma harzianum*, suppressed mycelial growth at varying rates between 3.8% and 66.9%. Commercial biobacterial preparats, *Pseudomonas fluorescens* (Cedriks) and *Bacillus subtilis* (Serenade) inhibited mycelial growth by 82.9% and 59.4% respectively. According to the results of micro plot experiments, the most successful treatments were determined as tolclophos-methyl+thiram, foseetyl-al and *P. fluorescens*.

Conclusions: Among tested treatments, Tolclophos-methyl+thiram, foseetyl-Al and *P. fluorescens* treatments significantly suppressed the growth of *R. solani* both *in vitro* and *in vivo*.

Significance and Impact of the Study: Although fungicides were found to be quite effective in laboratory conditions, they showed similar fungicidal effect as shown by plant activators and biopreparats in field conditions. Considering this effect, it is possible to say that plant activators and biopreparats may have potential as an alternative control method to registered fungicides.

Atıf / Citation: Erdevil AZ, Erkılıç A (2022) Patateslerde kök boğazı nekrozu ve siyah siğil hastalığı (*Rhizoctonia solani*)'nın kimyasal ve biyolojik yöntemlerle mücadele olanaklarının araştırılması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 253-265. DOI: 10.37908/mkutbd.1080205

GİRİŞ

Patates (*Solanum tuberosum* L.), geçmişten günümüze Dünya'da ve Türkiye'de insanların temel besin kaynaklarından olan yumru köklü bir bitki türüdür. Patates; içerdiği yüksek besin değeri, endüstride kullanım olanaklarının geniş olması ve çeşitli iklimlere kolay uyum sağlayabilmesi nedeniyle çoğu ülke tarafından sebze olarak yetiştirilmekte ve tüketilmektedir (Yılmaz ve ark., 2006).

Dünya'da patates üretiminin büyük bir bölümü dört ülke tarafından gerçekleştirilmekte olup bu ülkelerin başında %25 üretim oranıyla Çin gelmektedir. Bunu %14 ile Hindistan, %6 ile Rusya ve %5'lik pay ile Ukrayna takip etmektedir. Türkiye ise %1.34 üretim oranıyla bu listede 17. sırada yer almaktadır (FAO, 2019).

Türkiye'de patates; gıda sanayisi (dondurulmuş ürünler, cips vb.), hayvan yemi olarak kullanılması ve taze tüketimi ile geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bunların yanı sıra önemli bir bölümünün ihraç edilmesi nedeniyle de ülke ekonomisinde önemli bir payı vardır. Niğde, Konya ve Afyonkarahisar illeri patates üretiminde önde gelen iller olup bu illerin ülke üretimindeki toplam payı %36'dır (TÜİK, 2020).

İnsan hayatında üretimi, tüketimi ve ekonomik değeriyle önemli bir yere sahip olan patatesin, üretimini ve verimini sınırlandıran birçok zararlı böcek türü ve hastalık etmeni bulunmaktadır. Bu hastalık etmenlerinden *Rhizoctonia solani*, patateslerde Kök Boğazı Nekrozu ve Siyah Siğil Hastalığı'na neden olan hem tohum hem de toprak kökenli fungal bir patojendir. *R. solani*, patates bitkisinin tüm vejetasyon dönemi boyunca çevre koşullarının uygun olması halinde patates bitkilerinin toprak altı organlarında infeksiyonlara neden olabilmektedir. Bu infeksiyonların neden olduğu belirtileri yumrularda siyah kabuk oluşumu, gövde ve stolon yaraları, filiz infeksiyonları şeklinde gruplandırmak mümkündür. İnfeksiyonlar genellikle tohumluk yumrunun filizlenmesi ile başlar. Bazı gözlerden süren filizler toprak yüzeyine çıkamadan infektelenip ölürler. Toprak altı kısımda ilerleyen infeksiyonlar kök boğazı bölgesine kadar ulaşabilir. Bu durumda bitkinin kök boğazı bölgesinde kırık beyazımsı renkte misel kitlesini görmek mümkündür. Gövde ve stolon infeksiyonlarında ise içe çökük ve infeksiyonların ilerlemesi ile genişleyen kahverengimsi alanlar görülür. Bu alanlar bitkilerde gelişimi zayıflatarak bu bitkileri sekonder patojenlere karşı savunmasız bırakabilmektedir. Ayrıca infeksiyon şiddetine bağlı olarak bu lezyonlar bitkilerin ölümüne dahi sebep olabilmektedir. Yumru infeksiyonlarında ise patatesin yüzeyinde 1-10 mm arasında değişen boyutlarda sklerot oluşumları görülmektedir. Bu

sklerotların neden olduğu infeksiyonlar, yumrularda siyah kabukluluk şeklinde kendini gösterir. Bu infeksiyonlar; yumrularda çatlama, şekil bozukluğu ve kabuklarda oluşturduğu kahverengi-siyah renkte siğilimsi yapılar ile patateslerin ekonomik değerini önemli ölçüde düşürür. Ayrıca yumru yüzeyindeki bu sklerotlar, patojenin olumsuz koşulları geçirebilmek amacıyla oluşturduğu sıkı hif düğümleri olup patateslerde son derece önemli inokulum kaynaklarıdır (Stevenson ve ark., 2001; Aydın ve Turhan, 2013).

R. solani, hem tohum hemde toprak kökenli fungus olup mücadelesinde kültürel önlemler büyük öneme sahiptir. Özellikle hastalığın bulunduğu üretim alanlarında infekteli yumru ve bitki kalıntılarının yok edilmesi, hastalıklardan arı, sertifikalı tohumluk kullanımı ve toprak drenajına önem verilmesi bir sonraki vejetasyon döneminde hastalık çıkışını azaltabilmektedir (Biçici ve Erkılıç, 1986). Bunların yanı sıra anastomosis gruplarının farklı olmasından dolayı tahıllar, patates üretiminde kullanılabilecek uygun rotasyon ürünleridir. Ürün rotasyonu özellikle toprak kaynaklı sekonder infeksiyonlar için etkili bir yöntemdir (Anderson, 1982; Carling ve ark., 1989).

Kültürel önlemler patojenin infeksiyonlarını belirli oranlarda sınırlandırır da çoğu zaman yetersiz kalmakta ve diğer mücadele yöntemlerine de gereksinim duyulmaktadır. Bu noktada özellikle üretim materyallerine uygulanan çeşitli kimyasallar (NaOCl ve CH₂O) patojenin inokulumunu azaltarak infeksiyonları önleyebilmektedir. Bunun yanında tohumluk yumrulara fungusit uygulamaları da çeşitli etki mekanizmaları ile yumru içerisindeki patojeni baskılayabilmektedir (Weinhold ve ark., 1982).

Son yıllarda pestisitlerin bitki patojenlerine karşı yoğun ve bilinçsizce kullanılması; ürünlerde kalıntı oluşturması, doğal dengenin bozulması, çevre ve insan sağlığına zararlı etkileri ve patojenlerin bu kimyasallara direnç geliştirmesi gibi birtakım sorunlara yol açmıştır (Şeniz ve ark., 2005). Bu olumsuzlukların önlenmesi amacıyla bitki uçucu yağ ve ekstraktları, dayanıklılığın bitki aktivatörleri ile uyarılması, biyolojik mücadele etmeni bakteri, virüs (bakteriyofaj) ve fungus izolatları veya biyopreparatlarının kullanıldığı yöntemlerin kimyasal mücadeleye alternatif olabileceği yapılan birçok *in vitro* ve *in vivo* çalışmayla ortaya konulmuştur. Bitki aktivatörleri, bu kapsamda geliştirilmiş kimyasallardır. Bitki aktivatörü kimyasal bileşiklerin doğrudan antimikrobiyal etkisi bulunmazken bitkilerin doğal savunma sistemlerini harekete geçirmek suretiyle dolaylı yoldan bitkilerin patojen saldırılarından korunmasını sağladığı bilinmektedir. Son yıllarda bitkilerde bu fizyolojik olayları uyaran yeni maddelerin geliştirilmesi

ve bunların ticari olarak kullanıma sunulmasına yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (Vallad ve Goodman, 2004; Akbudak ve Tezcan, 2006). Messenger TM (Eden Bioscience), Crop-Set (Improcrop), Bion (Sygenta) ve ISR 2000 (Improcrop) bu amaçla geliştirilmiş ve ticari olarak kullanımı mevcut olan bazı ürünlerdir (Yücer, 2007). Diğer bir çevre dostu mücadele yöntemi ise biyolojik kontrol uygulamalarıdır. Biyolojik kontrol uygulamaları, bitkilerde patojenlere karşı fungus, bakteri ve virüs kökenli başka bir canlı organizmanın kullanılması temeline dayanır (Cook ve Baker, 1983). Biyolojik mücadelede kullanılan bu canlılar patojenler üzerinde; yer ve besin için rekabet, hiperparasitizm ve antibiosis gibi mekanizmalarla etkili olurlar (Sülü ve ark., 2016). Dünya çapında bu amaçla kullanılan mikroorganizmaların başında funguslar gelirken bunu bakteriler takip etmektedir. Funguslardan antagonistik özellikleriyle tanınan *Trichoderma* türleri bu konuda ön plana çıkarken bakterilerden bazı *Pseudomonas* ve *Bacillus* türleri yaygın olarak kullanılan mikroorganizmalar arasında yer almaktadır (Paulitz ve Belanger, 2001; Yiğit, 2005; Soylu ve ark., 2005; Atay ve ark., 2020; Kara ve ark., 2020; Soylu ve ark., 2021). Patateslerde üretimi ve verimi sınırlandıran *R. solani*'nin mücadelesine yönelik birçok çalışma mevcuttur. Ancak

patojenin toprak kaynaklı olması ve yumru üzerindeki sklerotlarıyla ile kolay bir şekilde yayılabilmesi nedeniyle bu patojene karşı halen tam etkili bir mücadele yöntemi bulunamamıştır. Bu nedenle bu çalışmada, *R. solani*'nin bazı fungusitlere olan duyarlılığı belirlenmiş ve bu patojene karşı bitkilerde dayanıklılığı teşvik edici bazı kimyasallarla çeşitli biyolojik preparatların etkileri ve mücadele olanakları laboratuvar ve mikro parsel denemeleriyle ortaya konmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada, Niğde ilinin Gölcük ilçesinde şiddetli infeksiyon belirtisi gösteren patates bitkilerinden izole edilen *R. solani* izolatu kullanılmıştır. Laboratuvar ve mikroparsel denemelerinde 5 adet fungusit, 4 adet bitki aktivatörü ve 4 adet biyolojik preparat kullanılmıştır. Bu kimyasallar ve biyolojik preparatlar ticari firmalarından temin edilmiştir. Fungisit, bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Mikro parsel denemeleri Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Araştırma Arazisi'nde kurulmuştur. Denemede 'Florice' çeşidine ait tohumluk yumrular kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan fungusitler, bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların özellikleri

Table 1. The properties of fungicides, plant activators and biological preparations used in the study

Ticari Adı	Aktif Madde	Firma	Etki Şekli	Doz
Celest Max 100 FS	100 g/l Fludioxonil	Sygenta	Fungisit	20 ml/100 kg tohum
Moncut 40 SC	464 g/l Flutolanil	AMC-TR	Fungisit	17.5 ml/100 kg tohum
Sercadis	300 g/l Fluxapyroxad	BASF	Fungisit	20 ml/100 kg tohum
Rizolex-T 50 WP	%20 Tolclophos-methyl+ %30 Thiram	Sumi Agro	Fungisit	40 g/100 kg tohum
Emesto Silver FS 118	100 g/l Penflufen+ 18 g/l Prothioconazole	Bayer	Fungisit	20 ml/100 kg tohum
ISR-2000	855,81 g/l <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Alltech	Bitki Aktivatörü	100 ml/100 l su
Crop Set	893,80 g/l <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Alltech	Bitki Aktivatörü	200 ml/200 l su
Messenger Gold	%1 Harpin Proteini	AMC-TR	Bitki Aktivatörü	6 g/da
Aliette	%80 Fosetyl-Al	Bayer	Bitki Aktivatörü	200 ml/200 l su
Cedriks	%1,5 1x10 ⁸ kob/m <i>Pseudomonas fluorescens</i> ırkı	Agrobrest	Biyolojik Preparat	500 ml/100 kg tohum
Serenade SC	%1,34 <i>Bacillus subtilis</i> QST 713	Bayer	Biyolojik Preparat	300 ml/100 kg tohum
T-22 Planter Box	<i>Trichoderma harzianum</i> rifai KRL-AG2 (T 22) 4x10 ⁸ spor/g	Bioglobal	Biyolojik Preparat	7.5 g/1 kg tohum
Trianium-P	%1 w/w <i>Trichoderma harzianum</i> , T-22 (1x10 ⁹ spor/g)	Koppert	Biyolojik Preparat	30 g/100 l su

İnfekteli patates bitki ve yumrularından *Rhizoctonia solani*'nin elde edilmesi

Niğde ilinin Gölcük ilçesinde patates dikili alanlar kontrol edilmiş ve şiddetli hastalık belirtisi gösteren patates bitki ve yumruları paketlenerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen bu bitki ve yumrular çeşme suyu altında yıkanarak topraklarından arındırılmıştır. Daha sonra infekteli yumru ve bitki kısımları 3-5 mm'lik doku parçalarına ayrılmıştır. Bu doku parçalarının %1'lik sodyum hipoklorit çözeltisi ile yüzey sterilizasyonu sağlanmış ve daha sonra 2 kez steril saf sudan geçirilerek kurutma kağıtlarına alınmıştır (Kurt ve ark., 2020). Kuruması sağlanan bu doku parçaları, 121 °C'de 15 dakika boyunca sterilize edilmiş olan PDA (Patates-Dekstroz-Agar) besi ortamına yerleştirilmiş ve bu ortamlar 24 °C'de 5 gün süreyle inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda petri kaplarında gelişen, *R. solani* olduğu düşünülen fungal kolonilerden kesitler alınmış ve mikroskop altında incelenmiştir. *R. solani*, dik açılı (90°) dallanan hifleriyle diğer fungal patojenlerden ayrılarak tanılanması gerçekleştirilmiştir (Anderson, 1982; Ogoshi, 1987). Elde edilen patojen izolatinin virülensliği Florice çeşidi patates yumrularına inokulasyon ile testlenmiştir.

Fungisitlerin ve bitki aktivatörlerinin *Rhizoctonia solani*'nin miseliyal gelişmesi üzerine etkilerinin *in vitro* koşullarda belirlenmesi

Çalışmada, fungisitlerin (fludioxonil, flutolanil, fluxapyroxad, tolclophosmethyl+thiram ve penflufen+prothiconazole) *R. solani*'nin miselyum gelişmesine etkisini belirlemek amacıyla 9 farklı konsantrasyonu (0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 25, 50 ve 100 ppm) denenmiştir. Bitkilerde dayanıklılığı teşvik etmeleri yönüyle popüler olan bitki aktivatörlerinin (ISR-2000, Crop-set, Messenger Gold ve Aliette) ise 10 farklı konsantrasyonu (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 ve 1000 ppm) test edilmiştir.

Fungisit ve bitki aktivatörlerinin, *R. solani*'nin miselyum gelişmesine etkisini belirlemek amacıyla deney tüplerine 10 ml PDA besi yeri konulmuştur. Bu tüpler otoklavda 121 °C'de 15 dk boyunca sterilize edilmiştir. Daha sonra bu ortamlar su banyosuna konulmuş ve 60 °C'ye kadar soğutulmuştur. Öte yandan kimyasal solüsyonları gerekli konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Sterilize edilen deney tüplerine hazırlanan kimyasal solüsyonlarından mikro pipetör yardımıyla gerekli miktarlarda alınarak ilave edilmiş ve bu tüpler vortekslenmiştir. Kimyasal ilavesi yapılan bu ortamlar petri kaplarına dökülmüş ve katılaşması beklenmiştir. Katılaştıran besi yerleri, *R. solani*'nin 5 günlük kolonisinden alınan 6 mm'lik diskler ile inokule edilmiştir. Bu petriler 24 °C'de 5 gün boyunca inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresinin sonunda *R.*

solani'nin koloni çapı ölçülmüş ve bu değerler üzerinden analizleri yapılmıştır.

Biyolojik preparatların *Rhizoctonia solani*'ye karşı antagonistik etkilerinin *in vitro* koşullarda incelenmesi

T. harzianum'un iki adet ticari preparatının (T-22 Planter Box ve Trianum-P), *B. subtilis* (Serenade) ve *P. fluorescens* (Cedriks)'in birer adet ticari preparatının *R. solani*'ye antagonistik etkileri incelenmiştir. *T. harzianum* preparatlarının *R. solani*'ye etkisini belirlemek amacıyla ikili kültür, hifsel interaksiyon, uçucu ve sıvı antimikrobiyal üretimi olmak üzere 4 farklı yöntem kullanılırken, bakteriyel prepatlar için sadece ikili kültür yöntemi tercih edilmiştir.

İkili kültür yöntemi ve hifsel interaksiyon

Bu yöntemde, sterilize edilmiş PDA besi yerine *T. harzianum* ve *R. solani* karşılıklı gelecek şekilde petri kabının kenarından 2 cm uzaklığa ekilmiştir. Bu petriler 24 °C'de 5 gün süreyle inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda *R. solani*'nin koloni çapı ölçülmüştür. Bu değerler üzerinden miseliyal gelişmenin engellenme oranları hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra petrilerde inhibisyon zonunun varlığı ya da yokluğu göz önüne alınarak da değerlendirmeler yapılmıştır (Seema ve Devaki, 2012).

İnhibisyon zonunun oluşmadığı durumlarda *T. harzianum* ve *R. solani* aynı şekilde ikili kültüre alınmış ve inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresince bu petriler düzenli aralıklarla takip edilmiştir. Daha sonra *T. harzianum* ve patojenin birbirine değdikleri kısımlardan kesitler alınarak mikroskop altında incelenmiştir. *T. harzianum*'un, patojenin hiflerini sarıp sarmalaması, boğması, penetre etmesi gibi yeteneklerinin olup olmadığı belirlenmiştir.

Uçucu antimikrobiyal bileşenlerin üretimi

T. harzianum preparatlarının sahip olduğu uçucu antimikrobiyal bileşenlerin *R. solani*'nin miseliyal gelişimine olan etkisini belirlemek amacıyla PDA içeren petri kaplarının merkezine *R. solani* ve *T. harzianum* ayrı ayrı inokule edilmiştir. Daha sonra bu petri kaplarının kapakları çıkarılmış ve *T. harzianum*'un bulunduğu petri patojenin bulunduğu petrinin üzerine ters çevrilerek kapatılmıştır. Bu petrilerin etrafı bant ile sarılarak 24 °C'de 5 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda *R. solani*'nin koloni çapı ölçülmüştür. Bu değerler kontrolle karşılaştırılarak miseliyal gelişmenin engellenme oranları hesaplanmıştır (Erkiliç ve Çınar, 1988).

Sıvı antimikrobiyal bileşenlerin üretimi

Trichoderma harzianum'un ticari prepatlarının sıvı ortamda üretmiş olduğu antibiotiklerin *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine olan etkilerinin incelenmesi amacıyla 250 ml'lik erlenmayerlerin içerisine 150 ml PD (Patates-Dekstroz) ortamı hazırlanmış ve bu ortamlar otoklav edilmiştir. Sterilizasyonu sağlanan bu ortamın, *T. harzianum*'un 5 günlük kültüründen alınan 6 mm'lik diskleri ile inokulasyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu erlenmayerlerin etrafı aliminyum folyo ile çepeçevre sarılmış ve 120 rpm'de 5 gün boyunca inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda sıvı kültür süzülerek misellerden ayrılmış ve vakum altında 0.45 milipor filtreden geçirilerek steril edilmiştir (Dennis ve Webster, 1997). Elden edilen kültür filtratı, içerisinde 10 ml PDA bulunan tüplere 50,100, 200, 250, 500, 1000 µl miktarlarında ilave edilmiştir. Bu tüpler vortekslenmiş ve petri kaplarına dökülmüştür. Ortam katılaştıktan sonra *R. solani*'nin 5 günlük kültüründen alınan 6 mm'lik diskler ile inokulasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu petriler 24 °C'de 5 gün boyunca inkübe edilmiştir. Bu sürenin sonunda *R. solani*'nin koloni çapı ölçülmüş ve bu rakamlar üzerinden analizleri yapılmıştır.

Bakteriyel prepatlarda ikili kültür

B. subtilis ve *P. fluorescens* PDA içeren petri kaplarının ortasına çizilmiştir. Bu petri kaplarının kenarlarından 2 cm uzağa olacak şekilde karşılıklı olarak patojenin ekimi yapılmıştır (Soylu ve ark., 2021). Daha sonra bu petri kapları 24 °C'de 5 gün süresince inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin sonunda *R. solani*'nin koloni çapı ölçülmüş ve miseliyal gelişmenin engellenme oranları hesaplanmıştır (Soylu ve ark., 2005). Ayrıca bu petri kaplarında, inhibisyon zonunun oluşup oluşmaması da göz önüne alınmıştır.

Fungisitlerin, bitki aktivatörlerinin ve biyolojik prepatların *Rhizoctonia solani*'nin in vivo hastalık oluşturmaya üzerine etkilerinin belirlenmesi

Çalışmanın bu aşamasında Çizelge 1'de verilen fungusit, bitki aktivatörü ve biyolojik prepatların *R. solani*'nin hastalık oluşturmaya üzerine etkileri belirlenmiştir. Bu amaçla öncelikle tohumluk yumruların inokulasyonunda kullanılmak üzere *R. solani*'nin kum-mısır unu (%96 kum+%4 mısır unu, %20 su v/w) inokulumu ve buğday inokulumu hazırlanmıştır. Daha sonra Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Araştırma Arazisi'nde 1 m²'lik mikro parseller oluşturulmuştur. Diğer yandan kimyasallar ve biyolojik prepatların önerilen dozlarına göre solüsyonları hazırlanmış ve tohumluk yumrular bu solüsyonlara 5 dakika boyunca daldırılmıştır. Daha sonra her mikro

parsele, kimyasal ve biyolojik prepat uygulamaları dikkate alınarak 10 adet tohumluk yumru dikimi yapılmıştır. Yumru başına 10 g kum-mısır unu ve 5 g buğday inokulumu verilmiş olup toplamda her mikro parsel için 150 g karışık inokulum uygulanmıştır.

Deneme 3 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Her parsel arasında 1 sıra boş bırakılmıştır. Dikilen yumrular hasat olgunluğuna gelince değerlendirilmek üzere patates bitkileri sökülüştür. Sökülen bu bitkilerin toprak altı gövde kısımları 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Weinhold ve ark., 1982). Bu skalaya göre; 0: İnfeksiyon yok, 1: İnfeksiyon düzeyi %1-5 arasında, 2: İnfeksiyon düzeyi %6-25 arasında, 3: İnfeksiyon düzeyi %26-50 arasında, 4: İnfeksiyon düzeyi %51-75 arasında, 5: İnfeksiyon düzeyi %75'ten fazla olacak şekilde infeksiyonlar kaydedilmiştir.

Fungisitlerin, bitki aktivatörlerinin ve biyolojik prepatların toprak altı gövde kısımlarının yanı sıra her bir yumrudan çıkan gövde sayısı ve yumrulardaki sklerot bulaşıklığına etkisi de değerlendirilmiştir. Yumrulardaki sklerot bulaşıklığını (yumru yüzeyinde sklerotların kapladığı alan) belirlemek amacıyla her parselden rastgele 10 adet yumru seçilmiştir. Bu yumrular 0-3 siyah siğil hastalığı skalasına göre değerlendirilmiştir (Anonim, 1996). Bu skalaya göre; 0: %0, 1: %5'e kadar, 2: %10'a kadar, 3: %15'e kadar veya daha fazla infeksiyonu ifade etmektedir.

İstatistik analiz

Laboratuvar ve mikro parsel denemeleri sonucunda elde edilen verilerin tümü Microsoft Excel 2016 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Laboratuvar denemeleri sonucunda elde edilen veriler üzerinden varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arası farklar LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir.

Miseliyal gelişmenin engellenme oranları %Abbott formülü (kontrol-uygulama/kontrolx100) kullanılarak hesaplanmıştır.

Mikro parsel denemeleri sonucunda ise elde edilen skala değerleri üzerinden Townsend-Heuberger formülü ($\frac{\sum(n.v)}{V.N \times 100}$)'ne göre hastalık şiddeti hesaplanmıştır. Bu formüle göre, n: skalada belirli bir hastalık derecesine sahip bitki sayısı, v: skala değeri, V: en yüksek skala değeri, N: gözlem yapılan toplam bitki sayısını ifade etmektedir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar varyans analizi ile ortaya konmuş ve ortalamalar arasındaki farklar LSD(0.05) çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir (Townsend ve Heuberger, 1943; Karman, 1971).

BULGULAR ve TARTIŞMA**Fungisitlerin ve bitki aktivatörlerinin *Rhizoctonia solani*'nin miseliyal gelişmesi üzerine *in vitro* koşullarda etkileri**

Çalışmada, Çizelge 1'de verilen fungusitlerin 0.05 ile 100 ppm arasındaki 9 farklı konsantrasyonunun *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkileri *in vitro* koşullarda test edilmiş ve elde edilen bulgular Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan fungusitlerin genel olarak 5 ppm'den düşük konsantrasyonları kontrole göre miseliyal gelişmeyi sınırlı düzeyde engellemiştir. Flutolanil ve tolclophos-methyl+thiram, 5 ppm ve üzeri dozlarda

miseliyal gelişmeyi tamamen önlerken, fludixonil ve penflufen+prothiconazole ancak 50 ppm'den itibaren tam inhibisyon sağlamıştır. Fluxapyroxad ise 100 ppm'de dahi patojenin miseliyal gelişmesini baskılayamamış ve *in vitro*'da en düşük etkiye sahip fungusit olarak belirlenmiştir. Ray ve Kumar'ın 2008 yılında gerçekleştirmiş olduğu bir çalışmada, propiconazole'un 5 ppm'den itibaren dikkate değer oranlarda *R. solani*'nin miseliyal gelişmesini engellediği belirlenmiştir. Piessis ve Meyer (1997) ise tolclophos-methyl ile tolclophos-methyl+thiram etken maddeli fungusitlerin, *R. solani*'nin miseliyal gelişmesini kayda değer düzeyde inhibe ettiğini bildirmiştir.

Çizelge 2. Fungisitlerin farklı konsantrasyonlarının *R. solani*'nin miseliyal gelişmesi üzerine etkileri (Koloni çapı-mm)

Table 2. The effects of different concentrations of fungicides on the growth of *R. solani* (Colony diameter-mm)

Konsantrasyon (ppm)	Fludioxonil	Flutolanil	Fluxapyroxad	Tolclophos-methyl+Thiram	Penflufen+Prothiconazole
0	66.0 e*	63.0 bc	59.1 d	64.8 e	61.3 g
0.05	60.3 e	61.5 c	57.3 d	55.0 d	58.0 g
0.1	60.5 e	62.0 c	56.0 d	60.5 de	49.3 f
0.5	48.6 d	52.1 bc	33.5 c	43.1 c	35.0 e
1	32.3 c	38.6 b	27.5 b	32.5 b	21.8 d
5	8.6 b	0.0 a	13.6 a	0.0 a	12.0 c
10	6.5 b	0.0 a	13.8 a	0.0 a	10.0 bc
25	0.8 ab	0.0 a	12.3 a	0.0 a	5.5 c
50	0.0 a	0.0 a	10.0 a	0.0 a	0.0 a
100	0.0 a	0.0 a	10.1 a	0.0 a	0.0 a

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

Ticari olarak kullanımı mevcut olan ve bitkilerde dayanıklılığı teşvik ettiği bilinen ISR-2000, Crop-set, Aliette ve Messenger Gold isimli bitki aktivatörlerinin 100-1000 ppm değerleri arasındaki konsantrasyonlarının *R. solani*'nin *in vitro* koşullarda miseliyal gelişmesine etkileri incelenmiştir. Bitki aktivatörlerinden Aliette ve

ISR-2000, kontrole göre miseliyal gelişmeyi sınırlı düzeyde inhibe ederken Crop-set ve Messenger Gold patojenin gelişmesini hiçbir şekilde önleyememiş ve tamamen etkisiz bulunmuştur (Çizelge 3). Bitki aktivatörlerinde en iyi etki 1000 ppm konsantrasyonda %31.5 engelleme oranı ile Aliette'de görülmüştür.

Çizelge 3. Bitki aktivatörlerinin farklı konsantrasyonlarının *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkileri (Koloni çapı-mm)

Table 3. The effects of different concentrations of plant activators on mycelial growth of *R. solani* (Colony diameter-mm)

Konsantrasyon (ppm)	Aliette	Crop-set	Messenger Gold	ISR-2000
0	90.0 e*	90.0 a	90.0 a	72.7 c
100	90.0 e	90.0 a	90.0 a	68.3 b
200	90.0 e	90.0 a	90.0 a	66.5 ab
300	90.0 e	90.0 a	90.0 a	66.5 ab
400	85.0 de	90.0 a	90.0 a	65.7 ab
500	89.7 e	90.0 a	90.0 a	66.3 ab
600	80.8 d	90.0 a	90.0 a	66.5 ab
700	73.7 c	90.0 a	90.0 a	65.7 ab
800	67.5 b	90.0 a	90.0 a	64.9 b
900	62.8 ab	90.0 a	90.0 a	64.7 a
1000	61.7 a	90.0 a	90.0 a	64.5 a

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

Bitkilerde dayanıklılığı uyarmasıyla tanınan bu kimyasal bileşiklerin fungisidal etkisi patojenlerin türüne bağlı olarak değişik düzeylerde olabilmekle beraber, çoğunlukla etkileri düşük seviyelerde kalmaktadır. Şahbaz ve Akgül (2016) tarafından yürütülen bir çalışmada, fosetyl-al, salisilik asit, acibenzolar-s-methyl+metalaxyl-m ve ISR-2000'nin *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* ve *Verticillium dahliae*'ye olan etkisini araştırmışlar ve bu kimyasalları *in vitro* koşullarda patojenin miseliyal gelişmesine tamamen etkisiz bulmuşlardır. Bu çalışmanın aksine Özdemir Kozak (2019) ise fosetyl-al'nin *Phoma tracheiphila*'nin miseliyal gelişmesi üzerinde 100 ppm'de dahi %70.3 etki oranına sahip olduğunu ve 600 ppm'de %100 inhibisyon sağladığını bildirmiştir. Bitki aktivatörleri ile yürütülen başka bir çalışmada ise salisilik asit, acibenzolar-s-methyl, Messenger, ISR 2000, Crop Set ve fosetyl-al'nin *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkisi *in vitro*'da araştırılmış ve bu aktivatörlerden sadece salisilik asit ve fosetyl-Al'nin 700 µg ml⁻¹ üzerindeki konsantrasyonlarının miseliyal gelişmeyi sınırlı da olsa değişen oranlarda baskıladığı görülmüştür (Aysan ve ark., 2019).

Biyolojik preparatların *Rhizoctonia solani*'ye karşı *in vitro* koşullarda antagonistik etkileri

Çalışmada, ticari olarak kullanılan *T. harzianum* (T-22 Planter Box ve Trianum-p) preparatlarının *R. solani*'ye karşı antagonistik etkileri ikili kültür, uçucu antibiotik üretimi ve sıvı ortamda antibiotik üretimi yöntemleriyle test edilirken *B. subtilis* ve *P. fluorescens*'in *R. solani*'ye etkisi ise ikili kültür tekniğiyle incelenmiştir.

İkili kültür ve uçucu antibiotik üretimi yöntemlerinin her ikisinde de kontrole kıyasla *T. harzianum* preparatları, *R. solani*'nin miseliyal gelişmesini belirli düzeylerde engellemiştir. Çizelge 4'te görüldüğü üzere tüm uygulamalar patojenin gelişimini %40.5 ve %66.9 arasında değişen oranlarda sınırlandırmış olup her iki ticari preparat da hem uçucu antibiotik hem de ikili kültürde benzer etki göstermiştir.

Çeşitli biyolojik preparatların antagonistik etkisinin incelendiği bir çalışmada, bazı *Trichoderma* türlerinin ürettiği uçucu metabolitlerin *R. solani*'ye etkisi incelenmiştir (Seema ve Devakii, 2012). En iyi etki *T. viride* ve *T. harzianum*'da görülmüş ve bu preparatların *R. solani*'nin miselyum gelişmesini sırasıyla %50 ve %40 oranında inhibe ettiği bildirilmiştir.

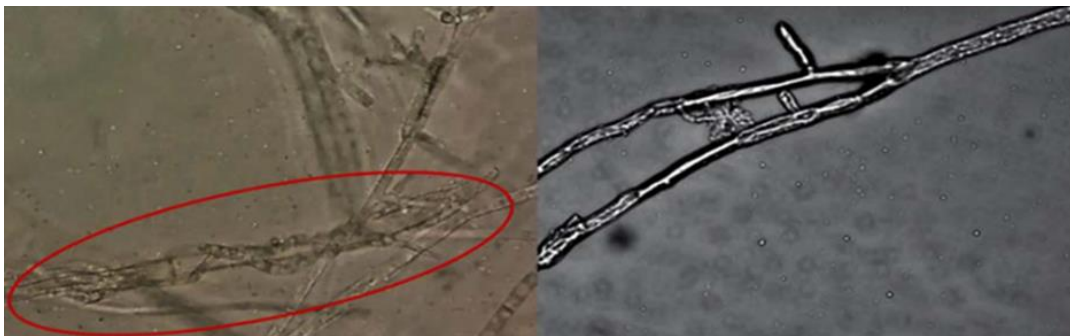
Çizelge 4. *T. harzianum* preparatlarının uçucu antibiotik ve ikili kültürde *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkileri
Table 4. The effects of *T. harzianum* preparations on mycelial growth of *R. solani* in dual culture and volatile antibiotic

Uygulamalar	Uçucu Antibiotik		İkili Kültür	
	Koloni Çapı (mm)	%Etki	Koloni Çapı (mm)	%Etki
Kontrol	80.3 b*	-	65.0 b	-
T-22	47.8 a	40.5	22.7 a	65.1
Trianum-P	47.6 a	40.7	21.5 a	66.9

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

T. harzianum'un ticari preparatları olan T-22 Planter Box ve Trianum-P'nin *R. solani* ile aralarındaki antagonistik ilişki hifsel interaksiyonlar açısından da incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda petri kabında *R. solani* ve her iki *T. harzianum* preparatı arasında inhibisyon zonuna rastlanmamıştır. Bundan dolayı patojen ve *T. harzianum* preparatları tekrar ikili kültüre alınmış ve

aralarındaki hifsel interaksiyon mikroskopta 40x ve 100x'lik objektifler kullanılarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda Trianum-P ve *R. solani* arasında herhangi bir etkileşime rastlanmazken T-22'nin patojenin hiflerini sarıp sarmaladığı, hifleri incelttiği ve hiflerde ayrılmalara neden olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 1). Fakat her iki *T. harzianum* izolatında da penetrasyona rastlanmamıştır



Şekil 1. *Rhizoctonia solani* ve T-22 Planter Box arasında oluşan hifsel interaksiyonlar
Figure 1. Hyphal interactions between *Rhizoctonia solani* and T-22 Planter Box

T. harzianum preparatlarından elde edilen kültür filtratlarının farklı miktarlarının *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkisi değerlendirilmiştir. Bu amaçla kültür filtratlarının 0-1000 µl (50, 100, 200, 250, 500 ve 1000 µl) değerleri arasındaki miktarları denenmiştir. Elde edilen veriler Çizelge 5'te verilmiştir. *T. harzianum* preparatlarından T-22'nin tüm konsantrasyonları kontrole göre farklı etkiler göstermiştir. Bu etki %25.6 ile %42 arasında değişmiş ve en iyi sonuç %42 etki oranı ile 1000 µl'de görülmüştür. Trianum-p'de ise tüm konsantrasyonlar istatistiksel olarak aynı grupta yer

almış ve uygulamalar arasında fark saptanamamıştır. Ayrıca uygulama dozunun artması ve engelleyici etki arasında bir ilişki bulunamamıştır.

Bazı *Trichoderma* türlerinden elde edilen kültür filtratlarının çeşitli konsantrasyonlarının (0.1, 0.15, 0.2, 0.25 mg µl⁻¹) *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, en iyi sonuç 0.25 mg µl⁻¹ dozda %82.0 engelleme ile *T. asperellum* AFP'de görülürken en az etkinin tüm konsantrasyonlarda *T. brevicompactum* MF1'de görüldüğü bildirilmiştir (Das ve ark., 2019).

Çizelge 5. *T. harzianum*'un kültür filtratlarının farklı konsantrasyonlarda *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine antagonistik etkileri

Table 5. The antagonistic effects of different concentrations of culture filtrates of *T. harzianum* on mycelial growth of *R. solani*

Konsantrasyon (µl)	T-22		Trianum-P	
	Koloni Çapı (mm)	%Etki	Koloni Çapı (mm)	%Etki
0	72.2 c*	-	65.0 a	-
50	53.7 b	25.6	62.5 a	3.8
100	54.2 b	24.9	55.0 a	15.4
200	48.2 ab	33.3	58.2 a	10.5
250	47.7 ab	33.9	59.2 a	9.0
500	48.3 ab	33.0	57.3 a	11.8
1000	41.8 a	42.0	57.0 a	12.3

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

In vitro çalışmalarının son aşamasını ise *B. subtilis* ve *P. fluorescens*'in ticari preparatlarının *R. solani*'ye etkisini belirlemek amacıyla kurulan ikili kültür denemeleri oluşturmuştur. Bakteriyel preparatlar *R. solani*'nin miseliyal gelişmesini dikkate değer oranlarda engellemişlerdir. *P. fluorescens*, patojenin miseliyal gelişimini %82.9 oranında engellerken bu oran *B. subtilis*

uygulamasında %59.4 ile sınırlı kalmıştır (Çizelge 6). Bakteriyel preparatlar ile kurulan ikili kültür çalışmalarında diğer önemli bir nokta ise inhibisyon zonu oluşumudur. *B. subtilis* ve *P. fluorescens* ile kurulan ikili kültür denemelerinde inhibisyon zonu görülmüş olup bu bakteriyel preparatlar sırasıyla petri kaplarında ortalama 6.9 ve 11.5 mm inhibisyon zonu oluşturmuştur.

Çizelge 6. Bakteriyel preparatların *R. solani*'nin miseliyal gelişimi üzerine etkileri

Table 6. The effects of bacterial preparations on mycelial growth of *R. solani*

Uygulamalar	Miseliyal Gelişme (mm)	% Etki	İnhibisyon Zonu (mm)
Kontrol	62.5 c*	-	-
<i>Bacillus subtilis</i>	25.4 b	59.4	6.9
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	10.7 a	82.9	11.5

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

Bakteriyel preparatlar ile yürütülen bir çalışmada, bazı *P. fluorescens* izolatlarının *R. solani*'ye etkisi incelenmiş ve bu izolatlardan Pf1'in ikili kültür yönteminde %66.67 oranında miseliyal gelişmeyi engellemesi ile en iyi etkiyi gösterdiği ve bunu %65.33 ile Pf3'ün takip ettiği belirlenmiştir (Anupriya ve ark., 2019). Ülkemizde yapılmış birçok farklı konukçu-patojen ilişkilerinin irdelendiği biyolojik mücadele çalışmalarında, hastalığın

bastırılmış olduğu alanlardaki sağlıklı bitkilerin rizosfer, kök, kök boğazı ve gövde yüzeyleri ile bitkilerin içsel dokularından elde edilen epifit ve endofit bakteri izolatları arasında Floresan *Pseudomonas* ve *Bacillus* türlerinin en fazla tespit edilen biyolojik mücadele etmeni türler olduğu, bu türlerin başta *R. solani* olmak üzere, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp. gibi birçok

toprak kökenli fungal hastalık etmenlerinin misel gelişimi, spor çimlenmesini yapılan *in vitro* ikili kültür testlerinde oldukça önemli düzeyde baskıladıklarının yanı sıra, *in vivo* testlerle hastalık çıkışını engelledikleri bildirilmiştir (Soylu ve ark., 2005; Atay ve ark., 2020; Kara ve ark., 2020; Soylu ve ark., 2020; Soylu ve ark., 2021).

Fungisitlerin, bitki aktivatörlerinin ve biyolojik preparatların *R. solani* tarafından neden olunan hastalık çıkışı üzerine etkileri

Fungisitlerin *R. solani*'nin hastalık oluşturması üzerine etkileri incelendiğinde Çizelge 7'de görüldüğü üzere kontrol bitkilerinde ortalama hastalık şiddeti %37.77 olarak belirlenirken tolclophos-methyl+thiram ve penflufen+prothiconazole uygulanan bitkilerde ortalama hastalık şiddeti sırasıyla %18.27 ve %18.60 olarak belirlenmiş ve bu uygulamalar hastalık oluşumunu sırasıyla %51.62 ve %50.75 oranında baskılamıştır. Fluxapyroxad uygulanmış bitkilerde ise ortalama hastalık şiddeti %34.13 olarak saptanmış ve bu uygulama hastalık oluşumunu %9.63 oranında engellemiştir. İstatistiksel

olarak değerlendirildiğinde, tolclophos-methyl+thiram ve penflufen+prothiconazole aynı grupta yer almış ve en başarılı uygulamalar olarak tespit edilmiştir. Bunun aksine fluxapyroxad, kontrol ile aynı grupta yer almış ve en düşük etkiye sahip fungusit olarak belirlenmiştir. Fungisitlerin, yumrulardan çıkan gövde sayısı ve yumru yüzeyinde sklerot oluşumu üzerine etkileri önemli olmamış ve değerlendirmeler sonucunda uygulamalar arasında istatistiksel fark saptanamamıştır.

Çeşitli fungusitlerin patateslerde *R. solani*'ye etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, daldırma şeklinde yapılan uygulamalar sonucunda %97.5 oranında hastalık oluşumunu önlemesiyle fludioxonil, en başarılı fungusit olarak belirlenirken, thiram %37.2 oranı ile en düşük etkiye sahip fungusit olarak belirlenmiştir (Gelebek Çapar, 2012). Bains ve ark. (2002) tarafından yürütülen başka bir çalışmada ise bazı fungusitlerin patateslerde *R. solani*'ye etkisi arazi çalışmaları ile değerlendirilmiş olup captan, iprodione, mancozeb ve fludioxonil hastalık oluşumunun önlenmesinde oldukça başarılı bulunmuştur.

Çizelge 7. Fungisitlerin *R. solani* tarafından neden olunan hastalık çıkışı üzerine etkileri (%)

Table 7. The effects of fungicides on disease incidence (%) caused by *R. solani*

Uygulamalar	Fungisitler			
	Hastalık Şiddeti (%)	% Etki	Gövde Sayısı	Sklerot Bulaşıklığı
Fludioxonil	29.17 ab*	22.76	1.79 a	0.63 a
Flutolanil	27.93 ab	26.05	1.79 a	0.63 a
Tolclophos-methyl+Thiram	18.27 a	51.62	2.23 a	0.87 a
Penflufen+Prothiconazole	18.60 a	50.75	2.37 a	0.77 a
Fluxapyroxad	34.13 b	9.63	2.10 a	0.63 a
Kontrol	37.77 b	-	2.37 a	0.87 a

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

Fungisitlerin yanı sıra bazı bitki aktivatörlerinin de *in vivo* koşullarda *R. solani*'ye etkisi incelenmiştir. Çizelge 8'de görüldüğü gibi Aliette uygulanmış bitkilerde ortalama hastalık şiddeti %15.42 olarak belirlenmiş ve Aliette %59.17 oranında hastalık belirtilerini baskılamıştır. Crop set uygulanmış bitkilerde ise %30.07 ortalama hastalık şiddeti görülmüş olup bu uygulama %20.38 oranında hastalık belirtilerini engellemiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde, Aliette ayrı bir grupta yer alarak en başarılı uygulama olarak belirlenirken Crop-set en düşük etkiye sahip bitki aktivatörü olarak belirlenmiştir. ISR-2000 ve Messenger Gold ise aynı grup içerisinde yer almış ve başarılı sayılabilecek düzeyde (sırasıyla %49.88 ve %46.59) hastalık belirtilerini baskılamışlardır. Fungisit

uygulamalarına benzer şekilde bitki aktivatörlerinin de yumrulardan çıkan gövde sayısına ve sklerot bulaşıklığına etkisi çok düşük düzeylerde olmuş ve uygulamalar istatistiksel olarak benzer etkiler göstermiştir.

Aysan ve ark. (2019), 6 farklı bitki aktivatörünün (Salisilik asit, Acibenzolar S-Methyl, Messenger, ISR 2000, Crop Set ve Fosetyl-Al) çileklerde *R. solani*'nin hastalık oluşturması üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, bitki aktivatörlerini kök daldırma uygulaması ve yeşil aksam uygulaması şeklinde vermişlerdir. Hem kök daldırması hem de yeşil aksam uygulamasında fosetyl-Al'nin hastalık oluşumunu önlemede diğer bitki aktivatörlerine göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 8. Bitki aktivatörlerinin *R. solani* tarafından neden olunan hastalık çıkışı üzerine etkileri (%)Table 8. The effects of plant activators on disease incidence (%) caused by *R. solani*

Uygulamalar	Bitki Aktivatörleri			
	Hastalık Şiddeti (%)	% Etki	Gövde Sayısı	Sklerot Bulaşıklığı
ISR-2000	18.93 ab*	49.88	2.77 a	0.47 a
Crop-set	30.07 bc	20.38	2.63 a	0.87 b
Aliette	15.42 a	59.17	2.60 a	0.50 a
Messenger Gold	20.17 ab	46.59	2.07 a	0.67 ab
Kontrol	37.77 c	-	2.37 a	0.87 b

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

Son olarak ise *T. harzianum*, *B. subtilis* ve *P. fluorescens*'in ticari preparatlarının *R. solani*'nin hastalık oluşturması üzerine etkileri *in vivo* koşullarda araştırılmıştır. *P. fluorescens* uygulanmış bitkilerde ortalama hastalık şiddeti %19.40 belirlenirken bunu %20.23 ile Trianium-P izlemiş ve bu uygulamalar sırasıyla %48.63 ve %46.43 oranında hastalık oluşumunu baskılamıştır. *B. subtilis* ve T-22 uygulanmış bitkilerde ise sırasıyla %22.33 ve %22.17 oranında ortalama hastalık şiddeti tespit edilmiş olup bu uygulamalar oldukça yakın etki göstermiştir. Biyolojik preparat uygulamaları kontrole göre farklı etkiler göstermiş ve bütün ticari preparatlar istatistiki olarak benzer etkide olmuşlardır

(Çizelge 9). Fungisit ve bitki aktivatörlerine paralel şekilde biyolojik preparat uygulamalarının da gövde sayısı ve sklerot bulaşıklığına etkisi dikkate değer düzeyde olmamıştır.

Patateslerde *R. solani*'ye karşı *Trichoderma viride*, *Bacillus cereus* strain B4 ve *Bacillus subtilis* strain B5'in tek ve kombine kullanımlarının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kontrol (%72) ile karşılaştırıldığında en iyi etki *Trichoderma viride*, *Bacillus cereus* strain B4 ve *B. subtilis* strain B5'in kombine kullanımında görülmüş olup bu uygulamada hastalık şiddeti %42 olarak belirlenmiştir (Somani ve Arora, 2010).

Çizelge 9. Biyolojik preparatların *R. solani* tarafından neden olunan hastalık çıkışı üzerine etkileri (%)Table 9. The effects of biological preparats on disease incidence (%) caused by *R. solani*

Uygulamalar	Biyolojik Preparatlar			
	Hastalık Şiddeti (%)	% Etki	Gövde Sayısı	Sklerot Bulaşıklığı
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	19.40 a*	48.63	2.23 a	0.33 a
<i>Bacillus subtilis</i>	22.33 a	40.87	2.40 a	0.70 a
Trianum-P	20.23 a	46.43	2.69 a	0.67 a
T-22	22.17 a	41.30	2.47 a	0.77 a
Kontrol	37.77 b	-	2.37 a	0.87 a

*: Farklı harfi içeren ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır (LSD ≤ -0.05).

Sonuç olarak, *R. solani* ile mücadelede temel amaç hastalığın tedavi edilmesinden ziyade hastalık oluşumunun önlenmesi olmalıdır. Bu noktada, kimyasal mücadele akla gelen ilk yöntem olmamalıdır. Öncelikle bitkilerde temel bakım işlemlerinin doğru bir şekilde ve zamanında yapılması, patojen saldırılarına karşı bitkilerde dayanıklılığın bazı abiyotik ve biyotik etmenlerle teşvik edilmesi ve patojen inokulumlarının üretim alanlarından eradike edilmesi özellikle toprak kaynaklı bu patojenin mücadelesinde son derece önemlidir. Kimyasal mücadele uygulamalarına; hastalık etmeninin üretim alanlarında bulunma durumları, bir önceki yıla göre infeksiyon oranları dikkate alınarak karar verilmelidir. Kimyasal mücadelenin gerekli görüldüğü

durumlarda; aynı etki mekanizmasına sahip ürünlerin art arda kullanılmamasına, fungusitlerin önerilen doz ve uygulama şekline göre verilmesine özen gösterilmelidir. Araştırma sonucunda elde edilen somut veriler doğrultusunda gerek miseliyal gelişmenin engellenmesi gerekse hastalık oluşumunu önlemede aktivatörlerden fosetyl-Al, biyolojik preparatlardan *P. fluorescens* ve *T. harzianum*'un *R. solani* üzerinde ümitvar etkileri bulunmuştur. Fungisitlerde ise tolclophos-methyl+thiram etkin sonuçlar vermiştir. Bu uygulamaların *in vitro*'daki etkileri arasında büyük farklılık görülse de *in vivo*'daki etki oranları birbirine paralel bulunmuştur. Öyle ki genel olarak çalışmada kullanılan bitki aktivatörlerinin ve biyolojik preparatların

hastalık oluşumunun engellenmesi üzerine etkisi fludioxonil, flutolanil ve fluxapyroxad etken maddeli fungusitlere göre daha fazla olmuştur. Bu açıdan bakıldığında, toprak kökenli bu patojene karşı bazı bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların arazi koşullarında fungusitlere yakın ve hatta daha fazla etki gösterebileceğini söylemek mümkündür.

Bu çalışmayla fungusitlerin; bitki kalıntılarında miselyum, toprakta ve yumrulara sklerotlarıyla uzun süre canlılığını koruyabilen bu patojeni kontrol altına almada tek başına yeterli olamadığı ve bazı bitki aktivatörleri ve biyolojik preparatların, *R. solani*'nin mücadelesinde fungusitlere alternatif yöntemler olarak kullanılabilceği gösterilmiştir. Bitki aktivatörlerinin ve biyolojik preparatların dahil edilmesiyle oluşturulacak *R. solani* ile mücadele programlarının, kimyasal kalıntısı düşük ve sağlıklı ürünler elde edilmesi konusunda faydalı olacağı düşünülmektedir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada; çeşitli fungusitlerin, bitki aktivatörlerinin ve biyolojik preparatların patateslerde Kök Boğazı Nekrozu ve Siyah Siğil hastalığı etmeni *Rhizoctonia solani*'nin miseliyal gelişiminin ve hastalık çıkışının baskılanması üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Denemede, laboratuvar koşullarında fungusitlerin (flutolanil, fluxapyroxad, tolclaphos-methyl+thiram, penflufen+prothiconazole ve fludioxonil) ve bitki aktivatörlerinin (ISR-2000, Crop-set, Aliette ve Messenger Gold) *R. solani*'nin miseliyal gelişmesine etkileri belirlenmiştir. Ayrıca biyolojik ürünlerin (T-22 Planter Box, Trianium-p, Serenade ve Cedriks) *R. solani*'ye karşı antagonistik etkileri de incelenmiştir. Mikro parsel denemeleriyle kimyasallar ve biyofungal ve biyobakteriyel preparatların *R. solani*'nin hastalık oluşturması üzerine etkileri değerlendirilmiştir. *In vitro* denemeleri sonuçlarına göre, fungusitlerden tolclaphos-methyl+thiram ve flutolanil 5 ppm'den itibaren miseliyal gelişmeyi %100 engellemiştir. Bitki aktivatörlerinde arasında ise en yüksek fungisidal etki 1000 ppm'de %31.5 engelleme ile Aliette'den elde edilmiştir. *Trichoderma harzianum*'un ticari biyofungal preparatları, miseliyal gelişmeyi %3.8 ile %66.9 arasında değişen oranlarda baskılamıştır. Ticari biyobakteriyel preparatlar olan *Pseudomonas fluorescens* (Cedriks) ve *Bacillus subtilis* (Serenade) sırasıyla miseliyal gelişmeyi %82.9 ve %59.4 oranında engellemiştir. Mikro parsel denemeleri denemeleri sonuçlarına göre ise en başarılı uygulamalar tolclaphos-methyl+thiram, fosetyl-al ve *P. fluorescens* olarak belirlenmiştir.

Genel Yorum: Test edilen uygulamalar arasında, Tolclaphos-methyl+thiram, fosetyl-Al ve *P. fluorescens* uygulamaları hem *in vitro* hem de *in vivo* koşullarda *R. solani*'yi önemli düzeyde baskılamıştır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Fungisitler, laboratuvar koşullarında oldukça etkili bulunsa da tarla koşullarında bazı bitki aktivatörleri ve biyopreparatlara oldukça benzer etki göstermiştir. Bu etki göz önüne alındığında bitki aktivatörleri ve biyopreparatların, sentetik kimyasal fungusitlere alternatif mücadele yöntemi olarak potansiyele sahip olabileceklerini söylemek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Patates, *Rhizoctonia solani*, fungusit, aktivatör, biyolojik mücadele.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje Numarası: FYL-2020-12527).

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akbudak N, Tezcan H (2006) Bitkisel üretimde ve bitki korumada yeni bir etken madde: harpin. U.Ü. Zir. Fak.Derg. 2: 39-43.
- Anderson NA (1982) The genetics and pathology of *Rhizoctonia solani*. Ann. Rev. Phytopathol. 20: 329-347.
- Anonim (1996) Patateste gövde kanseri ve siyah siğil (*Rhizoctonia solani* Kühn.) hastalığına karşı standart ilaç deneme metodu. Zirai Mücadele Standart İlaç Deneme Metodları, Cilt 2, Ankara, 103 s.
- Anupriya N, Devi AA, Anushya N, Apoorva M, Anusiya R, Raj TS (2019) Antifungal activity of *Pseudomonas fluorescens* against *Rhizoctonia solani* under *in vitro* condition. IJAR 5(2): 1500-1503.
- Atay M, Kara M, Uysal A, Soylu S, Kurt Ş, Soylu EM (2020) *In vitro* antifungal activities of endophytic bacterial isolates against postharvest heart rot disease agent *Alternaria alternata* in pomegranate fruits. Acta Hort. 1289: 309-314.

- Aydın MH, Turhan G (2013) Patateste *Rhizoctonia solani*'ye karşı *Trichoderma* türlerinin etkinliği ve bazı fungusitlerle birlikte kullanılması. Anadolu Journal of AARI 23(1): 12-31.
- Aysan M, Kozak Özdemir S ve Erkiç A (2019) Çilekte *Rhizoctonia* kök çürüklüğü (*Rhizoctonia solani*)'ne karşı bazı bitki aktivatörlerinin etkileri. Tekirdağ Zir.Fak. Derg. 16(2): 173-180.
- Bains PS, Bennypaul HS, Lynch DR, Kawchuk LM, Schaupmeyer CA (2002) *Rhizoctonia* disease of potatoes (*Rhizoctonia solani*): fungicidal efficacy and cultivar susceptibility. Am. J. Potato Res. 79: 99-106.
- Biçici M, Erkiç A (1986) Patateste siyah kabukluluk ve gövde kanseri yapan *Rhizoctonia solani* (Kühn)'nin integre kontrolü. Doğa Tar. Orman. Derg. 10(2): 149-173.
- Carling DE, Leiner RH, Westphale PC (1989) Symptoms, signs and yield reduction associated with *Rhizoctonia* disease of potato induced by tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG-3. Am. J. Potato Res. 66: 693-701.
- Cook RJ, Baker KF (1983) The nature and practice of biological control of plant pathogens. American Phytopathological Society. St. Paul, MN (EUA). APS Press. p. 445-539.
- Das MM, Haridas M, Sabu A (2019) Biological control of black pepper and ginger pathogens, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* and *Phytophthora capsici*, using *Trichoderma* spp. Biocatal. Agric. Biotechnol. 17: 177-183.
- Dennis C, Webster J (1971) Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*: II. Production of Volatile Antibiotics. Trans. Brit. Mycol. Soc. 57: 363-369.
- Erkiç A, Çınar A (1988) Limon Ağaçlarındaki Mikroorganizmalar ve Uçkurutan Hastalığı (*Phoma tracheiphila* (Petri) Kanc. et Ghık.) Arasındaki Antagonistik İlişkilerin Araştırılması. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Tarım ve Ormanlık Araştırma Grubu, Project No:536.
- FAO (2019) FAO Üretim İstatistikleri, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, (Son erişim: 20.04.2020).
- Gelebek Çapar E (2012) Patateste farklı sklerot düzeylerinin *Rhizoctonia solani* infeksiyonlarındaki rolünün ve hastalıkla mücadelede yumru ilaçlamalarının etkinliğinin araştırılması. Yüksek Lisans tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD, s. 39-44.
- Kara M, Soylu S, Kurt Ş, Soylu EM, Uysal A (2020) Determination of antagonistic traits of bacterial isolates obtained from apricot against green fruit rot disease agent *Sclerotinia sclerotiorum*. Acta Hort. 1290: 135-142.
- Karman M (1971) Bitki koruma araştırmalarında genel bilgiler denemelerin kuruluşu ve değerlendirme esasları. T.C. Tarım Bakanlığı, Ziraî Mücadele ve Ziraî Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları Mesleki Kitaplar Serisi, 279 s.
- Kurt Ş, Soylu S, Uysal A, Soylu EM, Kara M (2020) Ceviz gövde kanseri hastalığı etmeni *Botryosphaeria dothidea*'nin tanılanması ve bazı fungusitlerin hastalık etmenine karşı *in vitro* antifungal etkinliklerinin belirlenmesi. MKÜ Tar. Bil. Derg. 25: 46-56.
- Ogoshi A (1987) Ecology and pathogenicity of anastomosis and intraspecific groups of *Rhizoctonia solani* Kühn. Annu. Rev. Phytopathol. 25: 125-143.
- Özdemir Kozak S (2019) Limon ağaçlarında uçkurutan hastalığı'na (*Phoma tracheiphila* KANC. & GHİK.) karşı mikorizal funguslar ve dayanıklılık teşvik edicilerin etkinliğinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma ABD, s.49-53.
- Paulitz TC, Belanger RR (2001) Biological control in greenhouse systems. Annu. Rev. Phytopathol. 39: 103-33.
- Piessis JC, Meyer L (1997) *In vitro* comparison of twelve fungicities against *Rhizoctonia solani*, the causal agent of black scurf and stem canker of potatoes. S. Afr. J. Sci. 93(8): 1-5.
- Ray A, Kumar P (2008) Evaluation of fungicides against *Rhizoctonia solani* Kuhn, the incitant of aerial blight of soybean. Pantnagar J. Res. 6(1): 42-47.
- Seema M, Devaki NS (2012) *In vitro* evaluation of biological control agents against *Rhizoctonia solani*. Journal of Agricultural Technology 8(1): 233-240.
- Somani AK, Arora RK (2010) Field efficacy of *Trichoderma viride*, *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus* in consortium for control of *Rhizoctonia solani* causing black scurf disease of potato. Ind. Phytopathol. 63(1): 23-25.
- Soylu EM, Soylu S, Kara M, Kurt Ş (2020) Sebzelelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. KSU Tar. Doğa Derg. 23: 7-18.
- Soylu S, Kara M, Uysal A, Kurt Ş, Soylu EM (2021) Determination of antagonistic potentials of endophytic bacteria isolated from lettuce against lettuce white mould disease caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. Zemdirste-Agriculture 108: 303-312.
- Soylu S, Soylu EM, Kurt Ş, Ekici ÖK (2005) Antagonistic potentials of rhizosphere-associated bacterial isolates against soil-borne diseases of tomato and

- pepper caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *Rhizoctonia solani*. Pak. J. Biol. Sci. 8: 43-48.
- Stevenson WR, Loria R, Franc GD and Weingartner DP (2001) Compendium of potato diseases. Second Edition. APS Press. 36-37 pp.
- Sülü SM, Bozkurt İA, Soylu S (2016) Bitki büyüme düzenleyici ve biyolojik mücadele etmeni olarak bakteriyel endofitler. MKÜ Zir. Fak. Derg. 21: 103-111.
- Şahbaz S and Akgül DS (2016) Fungal wilt pathogens and their management in cotton growing areas in Reyhanlı County (Hatay). J. Turk. Phytopath. 45(1): 31-43.
- Şeniz V, Eser B, Daşgan Y, Akbudak N, İlbi H, Sürmeli N, Başay S (2005) Sebze üretiminde gelişme ve hedefler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak, Ankara, Sayfa 551-563.
- Townsend GR, Heuberger JV (1943) Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Dis. Rep. 27(17): 340-343.
- TÜİK (2020) Patates Üretim İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>, (Son erişim: 24.05.2021).
- Vallad GE, Goodman RM (2004) Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. Crop Sci. 44: 1920-1934.
- Weinhold AR, Bowman T, Hall DH (1982) *Rhizoctonia* disease of potato; effect on yield and control by seed tuber treatment. Plant Dis. 66: 815-818.
- Yılmaz H, Demircan V, Erel G (2006) Bazı önemli patates üreticisi illerde patates üretim maliyeti ve gelirinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Süleyman Demirel Üniv. Zir. Fak. Derg. 1(1): 22-32.
- Yiğit F (2005) Bitki patojenlerinin kontrolünde kullanılan biyokontrol ürünler ve özellikleri. S.Ü. Zir. Fak. Derg. 19(36): 70-77.
- Yücer A (2007) Ruhsatlı tarım ilaçları. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti.P.K.22 Üsküdar 34673, İstanbul. 328 s.



Bazı yumak (*Festuca* spp.) türlerinin çimlenme ve fide aşamasında tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi

Determination of responses to salt stress of some fescue (*Festuca* spp.) species at germination and seedling stages

İbrahim ERTEKİN¹, Şaban YILMAZ¹, Ersin CAN¹

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antakya-Hatay, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1087363](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1087363)

Geliş tarihi/Received:15.03.2022

Kabul tarihi/Accepted:11.04.2022

Keywords:

Germination, seedling growth, *Festuca* species, salt stress.

Corresponding author: İbrahim ERTEKİN

✉: ibrahim.ertkn@hotmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: This study was carried out to determine the performances of some grass species (*Festuca arundinaceae* L. (tall fescue), *Festuca rubra* L. subsp. *rubra* (red fescue with rhizome), and *Festuca rubra* L. subsp. *commutata* (red fescue without rhizome)) under different salt doses (control/0, 50 mM, 100 mM, 150 mM, and 200 mM).

Methods and Results: NaCl₂ was used to create different salt doses in the study. Solutions prepared according to salt doses were added to the germination medium of *Festuca* species as 8 mL and the species were left for germination and seedling development in the climate cabinet for 10 days. At the end of this period, germination rate, germination index, mean germination time, shoot and root length, and seedling fresh weight characteristics were examined. The germination rate, germination index, and average germination time of *Festuca* species were not affected by salt doses, while the shoot and root length and seedling fresh weight properties were affected.

Conclusions: According to the results, it was concluded that the seedling growth characteristics of the fescue species differ under different salt doses. *Festuca rubra* L. subsp. *rubra* (red fescue with rhizome) species used in the study was determined to be more tolerant to salt stress compared to other species.

Significance and Impact of the Study: It was aimed to examine the fescue species belonging to the genus *Festuca* under salt stress and to be a guide for the studies carried out to establish green areas, especially for regions with salinity problems. In addition, this study has the quality of being a reference for scientific studies to be carried out.

Atıf / Citation: Ertekin İ, Yılmaz Ş, Can E (2022) Bazı yumak (*Festuca* spp.) türlerinin çimlenme ve fide aşamasında tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 266-271. DOI: 10.37908/mkutbd.1087363

GİRİŞ

Günümüzde şehirleşme kültürü giderek yaygınlaşmaktadır. Özellikle şehirlerdeki yüksek insan popülasyonuna bağlı olarak betonarme yapılar daha fazla yaygınlaşmaya başlamıştır. Fakat bu alanlarda yeşil alanların tesisi şehirlerin gelişmişliğine katkı sunmaktadır

(Kızılımşek ve Süren, 2020). Ayrıca şehirlerde yaşayan toplumun huzuruna ve yaşam kalitesine yeşil alanlar büyük katkı sunmaktadır (Kuşvuran ve Tansı, 2009). Yeşil alan tesisinde kullanılan çim örtüler hava kirliliğinin ve gürültü düzeyinin azaltılmasına, toz kirliliğinin önemli derecede giderilmesine (Avcıoğlu, 1997) ve ortamın serinletilmesine (Sencer ve Gökmen, 1996) katkıda

bulunmaktadırlar. Avrupa ülkelerinde kişi başına düşen yeşil alan miktarı 8-12 m² arasında iken ülkemizde bu değer 2 m² civarındadır (Kızılsimşek ve Süren, 2020). Dünyanın büyük kentleri (metropol) olarak nitelendirilen Rio de Janerio, Paris, Londra, New York ve İstanbul şehirlerinde yeşil alan oranının sırasıyla; %29, %9.4, %38.4, %14 ve %1.5 olması (Sözen ve ark., 1991) ülkemizde mevcut yeşil alanın ne kadar az olduğunu göstermektedir.

Abiyotik stres etmelerinden olan tuzluluk tüm dünyada bitki gelişimini ve büyümesini olumsuz etkileyen önemli çevresel sorun olarak kabul görmektedir (Ertekin ve ark., 2017). Dünyanın yüz ölçümü bakımından %10'unun tuzluluk problemi olan toprak olduğu ve sulama yapılan alanların ise neredeyse %50'si tuzluluk problemi ile karşı karşıya olduğu bildirilmektedir (Marcum, 2006). Türkiye'de neredeyse 1.5 milyon ha alanda az, orta veya ağır tuzluluk problemleri cereyan etmektedir (Aşçı, 2011). Tuzluluk özellikle taban suyunun yüksek olduğu arazilerde zamanla taban suyunun yüzeye çıkması ve aniden buharlaşması sonucunda toprakta tuzluluğun artması olarak nitelendirilmektedir (Richards, 1954). Ayrıca tarımsal üretim kapsamında kullanılan bitki besleme ürünleri ve koruma ürünleri de topraklarda tuzluluğun oluşmasına neden olmaktadır (Manuchehri ve Salehi, 2015).

Yeşil alan tesis etmek için kullanılan çim bitkisi türleri sürekli olarak yeşil doku sunmak zorunda olduğu için azotlu gübreye ve sürekli sulanmaya ihtiyaç duymaktadır. Çim örtülerinin sulandığı sulama sularının kalitesi tuzluluk probleminin ortaya çıkmaması için oldukça önemlidir. Fakat genel olarak birçok çim örtüleri kalitesi bilinmeyen yer altı kaynağı ile sulanmakta ve bitki türleri tuzluluk problemi ile yüz yüze gelebilmektedir. Çim örtüsünün olduğu alandaki tuzluluk problemi bitkilerin kök bölgelerindeki osmotik basıncı etkilemekte ve bitkilerin su alımı engellenmektedir (Ertekin ve ark. 2018; Yılmaz ve Kısakürek, 2020a; Yılmaz ve Kısakürek, 2020b). Son yıllarda yapılan çalışmalar tuzluluğa karşı bazı bitki türlerinin prolin enzimi ürettiğini bildirmektedir ve bitkiden bitkiye tuzluluğa tolerans değişebileceği raporlanmaktadır (Manuchehri ve Salehi, 2015).

Yeşil alan tesisinde kullanılan çim örtüsü bitki türlerinin, tuza karşı toleransları taranmalı ve tuzluluk probleminin olduğu ya da tuzluluk oranı yüksek sulama suyu kaynaklarının bulunduğu alanlar için dayanıklı türler ve/veya çeşitler önerilmelidir. Bu yüzden bu çalışma çim örtüsü oluşturmada yoğun bir şekilde tercih edilen yumak (*Festuca spp.*) türlerinin tuzluluğa karşı çimlenme ve erken fide evresindeki tepkilerini belirlemek için yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmada *Festuca arundinaceae* L. (kamuşu yumak), *Festuca rubra* L. subsp. *rubra* (kök saplı kırmızı yumak) ve *Festuca rubra* L. subsp. *commutata* (adi kırmızı yumak) çim türleri materyal olarak kullanılmıştır.

Yöntem

Çim türlerine ait tohumlar farklı tuz stresleri altında çimlendirmeye başlamadan önce yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Bu kapsamda %2'lik sodyum hipklorit (ticari çamaşır suyu) çözeltisi hazırlanmış ve 10 dakika boyunca tohumlar kavanoz içerisinde çalkalayıcıda steril edilmiştir. Daha sonra tohumların yüzeyindeki kimyasali uzaklaştırmak amacıyla beş defa steril saf su ile durulama işlemi yapılmıştır (Bilgili ve ark., 2011). Steril edilmiş olan çim türü tohumları 11 cm çapında ve 10 mm yüksekliğindeki içerisinde çift kat kaba filtre kağıdı bulunduran steril petripleri 50 adet olacak şekilde steril kabin altında ekilmiş ve petri kapları parafilm ile hava almaması için kapatılmıştır. Petripler kapatılmadan önce yine steril kabin altı farklı yoğunlardaki tuz solüsyonları (0 (kontrol/steril saf su), 50, 100, 150 ve 200 mM) 8 mL olarak uygulanmıştır. Tuz konsantrasyonları safiyeti %99 olan sodyum klorür (NaCl₂) ile steril saf su kullanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan tüm petri kapları iklim dolabına 25°C'de %70 nispi nemde çimlendirmeye bırakılmış ve 10 gün boyunca çimlendirme ve ilk fide büyümesi süresi uygulanmıştır. İlk yedi gün boyunca her gün (24 saatte bir) çimlenen tohum sayısı sayılmış ve ilk beş gün sonunda iklim kabininin ışıklandırması 16 saat gündüz 8 saat gece olacak şekilde açılmıştır. 10 günün sonunda açılan petri tabaklarından rastgele seçilen 10 bitki üzerinde kök ve sürgün uzunluğu ile fide yaş ağırlığı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. 2 mm kökçük (radikula) uzunluğuna sahip olan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Her gün kaydedilen çimlenen tohum sayına dayanarak çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve ortalama çimlenme süresi özellikleri aşağıdaki formüllere dayanarak hesaplanmıştır (Atış, 2011; Konuşkan ve ark., 2017; Yılmaz ve Kısakürek, 2018).

$$\text{Çimlenme Oranı} = \frac{\text{Toplam çimlenen tohum sayısı (adet)}}{\text{Toplam tohum sayısı (adet)}} \times 100$$

$$\text{Çimlenme indeksi} = \sum (Gt/Tt)$$

$$\text{Ortalama çimlenme süresi (gün)} = \sum(fx)/\sum f$$

Formüllerde;

Gt: t gününde çimlenmiş olan tohum sayısını,

Tt: t gününe kadar geçmiş olan gün sayısını,
f: sayım yapılan gündeki çimlenmiş olan tohum sayısını,
x: sayım sapılmış toplam gün sayısını ifade etmektedir.
Çalışmadan elde edilen tüm sayısal veriler tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme deseni modeline göre Anova testine tabi tutulmuştur. %5 olasılık seviyesinde önemli bulunan özellikler Tukey çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır (Aygün ve Mert, 2021).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yumak türlerinin bazı çimlenme ve ilk fide gelişimi özelliklerine ait veriler Tablo 1’de verilmiştir. Yumak türlerinin çimlenme oranı ($p=0.8363$), çimlenme indeksi ($p=0.7483$) ve ortalama çimlenme süresi ($p=0.5933$) özellikleri arasında tuz uygulamaları bakımından bir fark bulunmazken sürgün uzunluğu ($p<.0001$), kök uzunluğu ($p<.0001$) ve fide yaş ağırlığı ($p<.0001$) özelliklerinde önemli farklar ortaya çıkmıştır. Yumak fidelerinin sürgün

uzunluğu değerleri 27.24 mm ve 45.20 mm arasında değişmiştir. En yüksek sürgün uzunluğu değeri *Festuca rubra* L. subsp. *rubra* türünde tespit edilirken en düşük ise *Festuca arundinaceae* L. türünde belirlenmiştir. Yumak türlerinin kök uzunluğu değerleri 23.03 mm ve 31.14 mm arasında değişmiştir. Yumak türleri arasında en yüksek kök uzunluğunu yine sürgün uzunluğunda olduğu gibi *Festuca rubra* L. subsp. *rubra* türü vermiştir. Yumak türlerinin fide yaş ağırlığı değerleri 0.06 g bitki⁻¹ ve 0.12 g bitki⁻¹ arasında belirlenmiştir. En yüksek fide yaş ağırlığı değerini *Festuca rubra* L. subsp. *rubra* türü veririrken en düşük değer ise *Festuca rubra* L. subsp. *commutata* türünde tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar farklı çim türleri üzerinde yapmış oldukları tuz stresi çalışmalarında tuz dozu arttıkça çim türlerinin sürgün ve kök uzunluklarının ve fide yaş ağırlıklarının belirgin bir şekilde azaldığını rapor etmişlerdir (Kuşvuran ve ark., 2014; Yılmaz ve Kısakürek, 2018; Kızılsimşek ve Süren, 2020).

Çizelge 1. Yumak türlerinin farklı tuz konsantrasyonlarındaki bazı çimlenme ve ilk fide gelişimi özellikleri

Table 1. Some germination and first seedling growth characteristics of fescue species at different salt concentrations

	Yumak Türleri			p değerleri
	<i>Festuca arundinaceae</i> L.	<i>Festuca rubra</i> L. subsp. <i>commutata</i>	<i>Festuca rubra</i> L. subsp. <i>rubra</i>	
Çimlenme oranı (%)	61.90±6.74	60.50±6.69	59.30±6.01	0.8363
Çimlenme indeksi	5.02±0.65	5.30±0.70	5.32±0.62	0.7483
Ortalama çimlenme (gün)	6.45±0.16	6.34±0.19	6.32±0.16	0.5933
Sürgün uzunluğu (mm)	27.24±1.82 ^b	30.04±2.78 ^b	45.20±2.14 ^a	<.0001
Kök uzunluğu (mm)	23.03±2.52 ^c	26.77±3.11 ^b	31.14±3.96 ^a	<.0001
Fide yaş ağırlığı (g bitki ⁻¹)	0.10±0.01 ^a	0.06±0.01 ^b	0.12±0.01 ^a	<.0001

^{a-c}Aynı satırda farklı üst simgelerle gösterilen veriler birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Tuz dozlarının yumak türlerinin bazı çimlenme ve ilk fide gelişimi özelliklerine ait veriler Tablo 2’de verilmiştir. Farklı tuz dozlarından incelenen tüm özellikler önemli derecede etkilenmiştir ($p<.0001$). Çimlenme oranı değerleri %21.67 ve %93.33 arasında değişmiştir ve tuz dozu arttıkça çimlenme oranı düşmüştür. Çimlenme indeksi değerleri 1.52 ve 8.65 arasında tespit edilmiştir. Çimlenme oranında olduğu gibi tuz dozu arttıkça çimlenme indeksi azalmıştır. Ortalama çimlenme süresi değerleri 5.68 gün ve 7.27 gün arasında değişiklik göstermiştir. Tuz dozu arttıkça ortalama çimlenme süresi değerlerinde sürekli bir artış meydana gelmiştir. Sürgün uzunluğu değerleri 13.60 mm ve 52.04 mm, kök uzunluğu değerleri 12.98 mm ve 39.78 mm ve fide yaş ağırlığı değerleri 0.05 g bitki⁻¹ ve 0.13 g bitki⁻¹ aralıklarında değişiklik göstermiştir. Tuz dozu arttıkça fidelerin sürgün ve kök uzunluğu ile yaş ağırlıkları önemli derecede kısıtlanmıştır. Nitekim, çim ve bazı bitki türleri ile yapılan bir çok araştırmada tuz dozunun artışına bağlı

olarak çimlenme oranı, çimlenme indeksi, sürgün ve kök uzunluğu ve fide yaş ağırlığının düştüğü ve ortalama çimlenme süresinin ise arttığı bildirilmiştir (Kuşvuran ve ark., 2014; Demiroğlu-Topçu ve ark., 2016; Ertekin ve ark., 2017; Ertekin ve ark., 2018; Yılmaz ve Kısakürek, 2018; Kızılsimşek ve Süren, 2020). Diğer taraftan bizim çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer şekilde Gao ve Li (2014) *Festuca* türlerinde tuz stresine karşı köklerin sürgünlerden daha fazla olumsuz etkilendiği belirtmiştir. Çim türleri ve tuz dozları interaksyonun fide sürgün uzunluğu üzerinde etkilerini ($p=0.0005$) gösteren sütun grafiği Şekil 1’de verilmiştir. Yumak türlerinin farklı tuz dozları altındaki fide sürgün uzunlukları 11.04 mm ve 66.50 mm arasında değişiklik göstermiştir. Tüm çim türlerinde kontrol uygulamaları daha yüksek bir sürgün uzunluğu verirken 200 mM tuz uygulaması daha düşük sürgün uzunluğu vermiştir. Tuz dozu arttıkça tüm çim türlerinin sürgün uzunlukları düşmüştür. Ancak *Festuca rubra* L. subsp. *rubra* türünün sürgünlerinin tuz

dozlarından etkilene derecesi düğer türleri kıyasla daha düşük olmuştur. Yapılan birçok çalışmada farklı tuz konsantrasyonları altında bitki tür ve/veya çeşitlerinin sürgün uzunluklarının olumsuz etkilendiği ve etkinin

türden türe ve çeşitten çeşide değışiklik gösterebileceği bildirilmiştir (Ertekin ve ark., 2017; Ertekin ve ark., 2018; Yılmaz ve Kısakürek, 2018; Kızıışimşek ve Süren, 2020).

Çizelge 2. Tuz dozlarının bazı çimlenme ve ilk fide gelişimi özellikleri üzerine etkileri

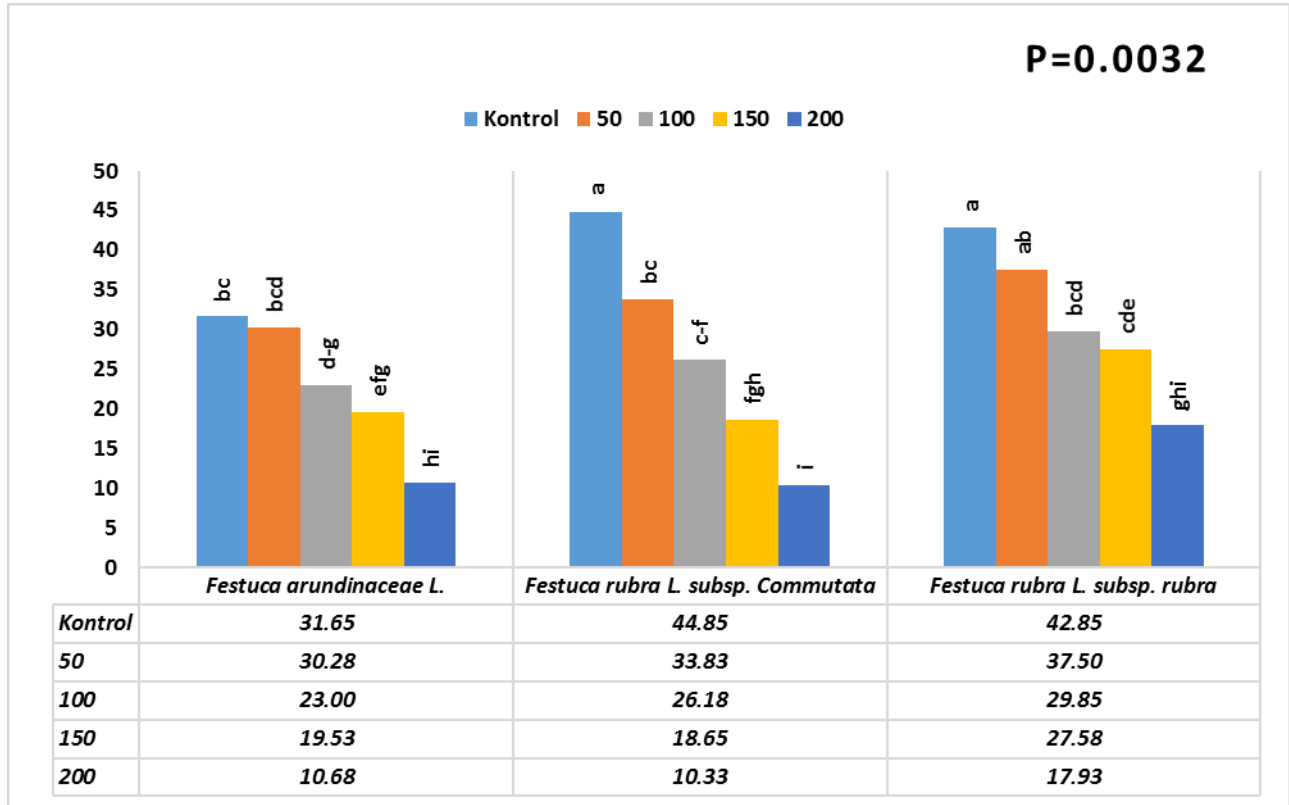
Table 2. Effects of salt doses on some germination and first seedling growth characteristics

	Dozlar					p değerleri
	Kontrol	50	100	150	200	
Çimlenme oranı (%)	93.33±1.14 ^a	77.67±2.54 ^{ab}	67.67±5.69 ^b	42.50±3.81 ^c	21.67±3.65 ^d	<.0001
Çimlenme indeksi	8.65±0.28 ^a	7.03±0.31 ^b	5.72±0.58 ^b	3.17±0.32 ^c	1.52±0.26 ^d	<.0001
Ortalama çimlenme (gün)	5.68±0.15 ^c	5.76±0.10 ^{bc}	6.22±0.15 ^b	6.91±0.08 ^a	7.27±0.12 ^a	<.0001
Sürgün uzunluğu (mm)	52.04±3.42 ^a	44.35±3.40 ^b	34.91±2.64 ^c	25.88±2.26 ^d	13.60±1.09 ^e	<.0001
Kök uzunluğu (mm)	39.78±2.00 ^a	33.87±1.44 ^b	26.34±1.16 ^c	21.92±1.32 ^d	12.98±1.21 ^e	<.0001
Fide yaş ağırlığı (g bitki ⁻¹)	0.13±0.01 ^a	0.11±0.01 ^{ab}	0.08±0.01 ^{bc}	0.09±0.02 ^{bc}	0.05±0.01 ^c	<.0001

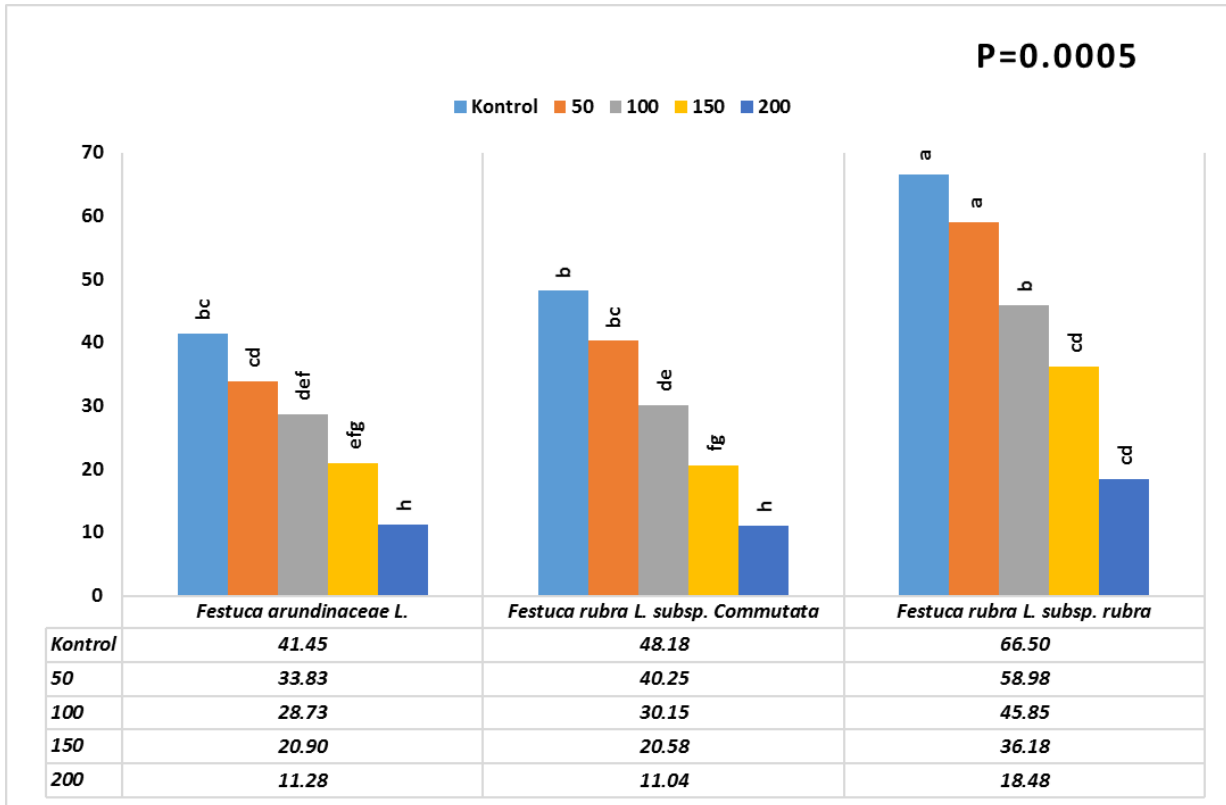
^{a-d}Aynı satırda farklı üst simgelerle gösterilen veriler birbirinden farklıdır (p<0.05).

Çim türleri ve tuz dozları interaksiyonun fide kök uzunluğu üzerinde etkilerini (p=0.0032) gösteren sütun grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Çim türleri ve tuz dozları interaksiyonları arasında fide kök uzunluğu değerleri 10.33 mm ve 44.85 mm arasında değışmiştir. En yüksek kök uzunluğu *Festuca rubra* L. subsp. *commutata* türünde kontrol uygulamasında belirlenmesine rağmen bu türün yine tuz dozlarından en çok etkilenen tür olduğu tespit edilmiştir. En düşük kök uzunluğu *Festuca rubra* L. subsp. *commutata* türünde 200 mM tuz dozu

uygulamasında tespit edilmiştir. Çim türleri arasında tuz dozlarından en az etkilenen tür *Festuca rubra* L. subsp. *commutata* türü olarak belirlenmiştir. Çim türleri ve bazı bitki türleri üzerine yapılan birçok tuz stresi çalışmalarında fide kök uzunluğunun tuz dozu arttıkça olumsuz etkilendiği ve farklı bitki tür ve/veya çeşitlerine göre bu etkinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Ertekin ve ark., 2017; Ertekin ve ark., 2018; Yılmaz ve Kısakürek, 2018; Kızıışimşek ve Süren, 2020).



Şekil 1. Çim türleri ve tuz dozları interaksiyonunda sürgün uzunluğu değerlerinin değışimi
Figure 1. Variation of shoot length values in the interaction of grass species and salt doses



Şekil 2. Çim türleri ve tuz dozları interaksiyonunda kök uzunluğu değerlerinin değişimi
Figure 2. Variation of root length values in the interaction of grass species and salt doses

Sonuç olarak, bu çalışma kapsamında bazı çim türlerinin farklı tuz dozları altında çimlenme ve fide gelişimi özellikleri araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda bitki materyali olarak kullanılan çim türlerinin çimlenme ve fide gelişimi artan tuz dozlarından olumsuz etkilenmiştir. Özellikle fide gelişimi özellikleri açısından *Festuca rubra* L. subsp. *rubra* türü artan tuz dozlarına karşı diğer türlerden daha dirençli olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, *Festuca rubra* L. subsp. *rubra* türünün diğer türlerden artan tuz dozuna karşı daha toleranslı olduğu tespit edilmiştir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışma farklı tuz dozları (kontrol/0, 50 mM, 100 mM, 150 mM ve 200 mM) altında bazı çim türlerinin (*Festuca arundinaceae* L. (kamışsı yumak), *Festuca rubra* L. subsp. *rubra* (köksaplı kırmızı yumak) ve *Festuca rubra* L. subsp. *commutata* (adi kırmızı yumak)) performanslarını belirlemek için yürütülmüştür.

Yöntem ve Bulgular: Çalışmada farklı tuz dozlarını oluşturmak için NaCl₂ kullanılmıştır. Tuz dozlarına göre hazırlanan solüsyonlar çim türlerinin çimlenme ortamına 8 mL olarak ilave edilmiş ve çim türleri 10 gün boyunca iklim dolabında çimlenme ve fide gelişimine bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda çimlenme oranı, çimlenme indeksi,

ortalama çimlenme süresi, sürgün ve kök uzunluğu ve fide yaş ağırlığı özellikleri incelenmiştir. Çim türlerinin tuz dozlarından çimlenme oranı, çimlenme indeksi ve ortalama çimlenme süresi etkilenmezken, sürgün ve kök uzunluğu ve fide yaş ağırlığı özellikleri etkilenmiştir.

Genel Yorum: Elde edilen sonuçlara göre çim türlerinde farklı tuz dozlarındaki fide gelişimi özelliklerinin farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır. Çalışmada kullanılan *Festuca rubra* L. subsp. *rubra* (köksaplı kırmızı yumak) türünün diğer türlere kıyasla tuz stresine karşı daha toleranslı olduğu belirlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: *Festuca* cinsine ait çim türlerinin farklı tuz stresi altında incelenmesi, yeşil alan tesis etmek için yapılan çalışmalarda özellikle tuzluluk sıkıntısı olan bölgeler için yol gösterici olması amaçlanmıştır. Ayrıca bu çalışma yapılacak bilimsel çalışmalara kaynak olma niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çimlenme, fide gelişimi, *Festuca* türleri, tuz stresi.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Aşçı OO (2011) Salt tolerance in red clover (*Trifolium pratense* L.) seedlings. Afr. J. Biotechnol. 10(44): 8774-8781.
- Atış İ (2011) Bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. Süleyman Demirel Üniv. Zir. Fak. Derg. 6(2): 58-67.
- Avcıoğlu R (1997) Çim tekniği yeşil alanların ekimi dikimi ve bakımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir. 269s.
- Aygün YZ, Mert M (2021) The effect of phosphorus doses on cotton growth under full and deficit irrigation conditions. Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma Derg. 14(3): 464-469.
- Bilgili U, Budaklı Çarpıcı E, Aşık BB, Çelik N (2011) Root and shoot response of common vetch (*Vicia sativa* L.), forage pea (*Pisum sativum* L.) and canola (*Brassica napus* L.) to salt stress during early seedling growth stages. Turk. J. Field Crops 16: 33-38.
- Demiroğlu Topçu G, Çelen AE, Kuru E, Özkan ŞS (2016) Farklı tuz konsantrasyonlarının kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*) ve mavi ayırık (*Agropyron intermedium*) bitkilerinin çimlenme ve erken gelişme dönemlerindeki etkileri üzerine bir araştırma. Tarla Bit. Mer. Araş. Enst. Derg. 25(Özel Sayı): 219-224.
- Ertekin İ, Yılmaz Ş, Atak M, Can E (2018) Effects of different salt concentrations on the germination properties of hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) cultivars. Turk. J. Agric. Nat. Sci. 5(2): 175-179.
- Ertekin İ, Yılmaz Ş, Atak M, Can E, Çeliktaş N (2017) Tuz stresinin bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. Mustafa Kemal Üniv. Zir. Fak. Derg. 22(2): 10-18.
- Gao Y, Li D (2014) Growth responses of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) to salinity stress. Eur. J. Hortic. Sci. 79(3): 123-128.
- Kızıllıışmşek M, Süren EY (2020) Farklı tuzluluk seviyelerinin bazı kamışsı yumak (*F. arundinacea*) çeşitlerin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. MKU. Tar. Bil. Derg. 25(2): 189-197.
- Konuşkan Ö, Gözübenli H, Atış İ, Atak M (2017) Effects of salinity stress on emergence and seedling growth parameters of some maize genotypes (*Zea mays* L.). Turk. J. Agric.-Food Sci. Tech. 5(12): 1668-1672.
- Kuşvuran A, Nazlı Rİ, Kuşvuran Ş (2014) Salinity effects on seed germination in different tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) varieties. Tar. Bil. Araş. Derg. 7(2): 8-12.
- Kuşvuran A, Tansı V (2009) Çukurova koşullarına uygun çim tür ve karışımlarının belirlenmesi ve performanslarının saptanması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana. 306s.
- Manuchehri R, Salehi H (2015) Morphophysiological and biochemical changes in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) under combined salinity and deficit irrigation stresses. Desert 20(1): 29-38.
- Marcum KB (2006) Use of saline and non-potable water in the turfgrass industry: Constraints and developments. Agric. Water Manag. 80: 132-146.
- Richards LA (1954) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Department Agriculture Handbook, No:60, February, Washington DC.
- Sencer Ö, Gökmen S (1996) Tarımsal Ekoloji. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:8, Tokat. 156 s.
- Sözen N, Haleplioğlu N, Şahin Ş (1991) Ülkemizde süs fidancılığının durumu ve pazar açısından karşılaşılan sorunlar. Türkiye 1. Fidancılık Sempozyumu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara. 411-419s.
- Yılmaz MB, Kısakürek Ş (2018) Bazı çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. Mustafa Kemal Üniv. Zir. Fak. Derg. 23(2):204-217.
- Yılmaz MB, Kısakürek Ş (2020a) *Lolium perenne* L. çeşitlerinde kuraklık stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Tar. Doğa Derg. 24(3): 529-538.
- Yılmaz MB, Kısakürek Ş (2020b) Tuz ve PEG kaynaklı kuraklık stresinin çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) çeşitlerinde fide gelişimine etkisi. MKU. Tar. Bil. Derg. 25(3): 360-369.



Effect of soil biostimulant application for the growth and quality of beet seedlings

Pancar fidelerinin büyümesi ve kalitesine toprak biyostimulant uygulamasının etkisi

Marcelle Michelotti BETTONI¹ , Duelen Carolay Castro CABRAL¹ , Tefide KIZILDENİZ² 

¹Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba-PR, Brasil.

²Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Agricultural Sciences and Technologies, Biosystem Engineering Department, 51240, Niğde, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1079739](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1079739)

Geliş tarihi /Received:28.02.2022

Kabul tarihi/Accepted:11.04.2022

Keywords:

Beta vulgaris L., beet, humic substances, biostimulant, Early Wonder Tall Top, Viva BR® Biostimulant.

✉ Corresponding author: M.M BETTONI

✉: marcelle.bettoni@utp.br

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The goal of this investigation was to examine how different dosages of Viva BR® biostimulant affected the yield and quality of beet seedlings of Early Wonder Tall Top variety.

Methods and Results: The experiment was carried out at intervals of 7 days, the first being at 7 days after sowing (DAS) until 28 DAS, totaling 5 applications (0 (control), 7, 14, 21 and 28 DAS) in the greenhouse of the Universidade Tuiuti do Paraná/Brazil, in a completely randomized design.

Conclusions: It is concluded that the application via soil of the Viva BR® biostimulant had a positive impact on the growth of beet seedlings.

Significance and Impact of the Study: In warm climates, *Beta vulgaris* L. (beet) of the Chenopodiaceae family predominates and its cultivated intensively in Brazil's Southeast and South regions. The seedling cultivation phase identifies the crops early establishment in the field in order to ensure stand consistency and appropriate ultimate productivity. Among the diverse techniques treated to achieve increases in this stage is the application of substances with biostimulating impacts, which result from the combination of two or more bioregulators with other compounds that might boost plant growth and development. As a result, substances having a biostimulating impact emerge as a reasonable solution for improving seedling growth. The maximum efficiency for the biometric variables at the dose of 6.2 mL L⁻¹ while for the qualitative variables it was 5.0 mL L⁻¹.

Atif / Citation: Bettoni MM, Cabral DCC, Kizildeniz T (2022) Effect of soil biostimulant application for the growth and quality of beet seedlings. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 272-277. DOI: 10.37908/mkutbd.1079739

INTRODUCTION

The beet, *Beta vulgaris* L., which belongs to the Chenopodiaceae family, has a tuberous root with a globular shape that develops almost superficially in the soil, with a purple color coming from the natural pigment anthocyanin (De Resende and Cordeiro, 2007; Sutor-Świeży, et al., 2022). It is a predominant vegetable from temperate climates, developing better in mild or cold temperatures, around 10 to 20 °C (Souza and Resende, 2006; Lombardi et al., 2022). Considered an important vegetable grown in Brazil, it has several biotypes, such as

sugar, forage and horticultural. Practically all table beet cultivars planted in Brazil are of North American or European origin, and constitute the group called Wonder (Tivelli et al., 2011). However, today, the market brings great diversity of genetic materials such as cultivars Itapuã (Isla), Rubius F1 (Agristar), Cabernet (Horticeres) among others. The density of beet production takes place in the Southeast and South regions of Brazil. In Paraná, in the 2017/2018 harvest, the state produced about 96,798 tons in an area of 3,494 ha, that is, 3.10% of the total in Paraná (Departamento De Economia Rural-Deral, 2019). This step recommends obtaining

seedlings with maximum vigor and health (Nunes and Santos, 2007), with adequate development and good formation of the root system, in addition to better adaptability to the new location after transplanting. The implantation of the culture can take place by direct seeding in the field or by transplanting seedlings, which can be produced in seedbeds or trays. In the case of sowing, sowing takes place in the soil, close to the transplant area, in an open field, while production in trays takes place in a greenhouse, with a more controlled environment (Bettoni et al., 2014). It is known that most small producers use the method of obtaining seedlings in trays because they are efficient in several aspects such as obtaining high quality seedlings and minimizing labor. The biostimulant originates by mixing two or more bioregulators with other substances (amino acids, nutrients, vitamins), and can depend on its composition, concentration and proportion of substances, rise plant growth and development, stimulating cell division, it can also rise the absorption of water and nutrients by plants (Vieira and Castro, 2001). This is due to the stimulus caused by plant regulators, such as an increase in plant metabolic activity (Khan et al., 2016; Taiz and Zeiger, 2013, Dinler et al., 2021).

The utilization of growth regulators in the early stages of seedling development, as well as their application in seed treatment, can boost root growth, acting in the faster improvement of seedlings under deprecating conditions, like water scarcity (Lana et al., 2009). The application of biostimulants in agriculture has shown, through research, potential for increasing the productivity of crops such as beans (Abrantes et al., 2011), pepper (Palangana et al., 2012) and lettuce (Guimarães et al., 2006). Therefore, products with biostimulant effect appear as an alternative for use in the production of seedlings, resulting in well-developed seedlings, with adequate nutritional balance, well-developed root system, increases in area and number of leaves, which give it greater photosynthetic capacity, allowing that after transplanting, they develop correctly, resulting in good production.

Based on the above mentioned framework, the aim of this investigation was to evaluate the application of different doses of biostimulant in the production and quality of beet seedlings.

MATERIALS and METHODS

The experiment was carried out in the greenhouse of the Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba-PR, Brazil. The sowing of beet, cultivar Early Wonder Tall Top, was carried out in April, in expanded polystyrene trays,

containing 288 cells. The cells were completed with the commercial substrate Tropstrato HT® (composed of pine bark, included vermiculite enriched with macro and micronutrients and peat) and the trays were kept in a seedling nursery with timed micro-spray irrigation at fifteen-minute intervals.

The experimental design was completely randomized, with five doses (0 (control), 2.5; 5.0 and 7.5 and 10 mL L⁻¹) of the biostimulant Viva BR® (MAPA No. SP- 09055 10042-6) plus the control with application of water and three replications, each plot consisting of 48 cells. The product supplied by the Valagro® company is composed of 8.0% Total Organic Carbon; 3.0% Nitrogen (N) soluble in water; 8.0% Potassium oxide (K₂O) soluble in water, with a density of 1.24g mL⁻¹.

When the seedlings have 4 definite full expanded leaves (approximately 25 days after planting), the plants were transplanted in to 5 L plastic pots containing a commercial substrate of Tropstrato HT Hortaliças including pine bark, vermiculite, PG mix 14.16.18, potassium nitrate, simple superphosphate and peat (Vida Verde Indústria e Comércio de Insumos Orgânicos Eireli) and irrigated at field capacity, without sticking to the leaves. The application was carried out at intervals of 7 days, the first being at 7 days after sowing (DAS) until 28 DAS, totaling 4 applications (7, 14, 21 and 28 DAS). The doses were administered directly on the substrate, with 2 mL of the solution being applied to each cell.

At 35 DAS, 10 central plants of each repetition were selected, and the following biometric variables were evaluated as number of leaves (NL), root length (RL), height of the aerial part (HTAP), fresh mass of aerial part (FMAP) and root (FMR), dry mass of aerial part (DMAP) and root (DMR). The biochemical variables analyzed were as chlorophyll a (Chl *a*), chlorophyll (Chl *b*) content, chlorophyll a+b (Chl *a+b*) and Carotenoids.

To determine the RL and HTAP, a graduated ruler was used, the RL being obtained from the average of the 3 largest roots per plant, while the HTAP was measured from the stem to the apex of the plant with the aid of a ruler. For fresh mass (FM) and dry mass (DM), samples were washed and weighed on a 0.1 precision analytical balance. For the determination of dry matter production, the parts of the plant were separated and placed in paper bags, later placed in greenhouses with forced air circulation at 65°C ± 5°C, until reaching constant mass.

For the biochemical variables, 0.5 to 1.0 g of the leaves were weighed on a precision balance, and immediately frozen at -20°C. Later 1cm² leaf discs were collected, measured for obtaining FW of each discs and extracted in 5 mL of ethanol 95% in 80 °C hot bath. The absorbance

from the extraction was obtained at 665, 649 and 470 nm for content of Chl *a*, Chl *b*, Chl *a+b* and Carotenoids, according to the methodology of Lichtenthaler (1987): Chl *a* = $(13.7 \times \Delta_{665}) - (5.76 \times \Delta_{649})$; Chl *b* = $(25.8 \times \Delta_{649}) - (7.6 \times \Delta_{665})$; Chl *a+b* = $(6.1 \times \Delta_{665}) - (20.04 \times \Delta_{649})$; Carotenoids = $[(1000 \times \Delta_{470}) - (2.13 \times \text{Chl } a) - (97.64 \times \text{Chl } b)]$.

The data obtained were evaluated for homogeneity of variances by the Bartlett's test and subsequently submitted to regression analysis. The concentrations associated with the maximum efficiency (ME) of the examined variables were calculated using the first derivative of the regression equations, which was set to zero.

RESULTS and DISCUSSION

Regression analysis (Figure 1) for biometric variables are as NL, RL, HTAP, as well as FMAP and FMR and their dry mass (DMPA and DMR) of the plants, as a function of the applied doses, indicated a quadratic behavior.

The ME for NL (Figure 1A) and RL (Figure 1B) were, respectively, 6.5 mL L⁻¹ and 6.0 mL L⁻¹, both corresponding to an increase of 25% when compared to the control. Similar results were observed by the action of Vendruscolo et al. (2016) who, when treating lettuce with the biostimulant Stimulate®, obtained higher NL.

One of the factors responsible for the increase in RL can be explained by the presence of organic carbon in the composition of the product and, consequently, the presence of humic substances. De Dorlodot et al. (2007) explain that the increase in root growth is one of the main physiological effects of humic substances, which may be greater or lesser due to the species, age of the plant, source and concentration used.

For the HTAP (Figure 1B), with ME of 6.6 mL L⁻¹, the increment was 65% higher than the control, corroborating the results found by Vieira et al. (2018) using biostimulant (Siapton) in seedlings. lettuce, obtaining greater plant height at the dose of 3.0 mL L⁻¹. This increase, according to Bezerra et al. (2007), may be the result of the ability of biostimulants to increase the aerial growth of a plant and stimulate the induction of cell division, thus providing conditions for better use of nutrient absorption.

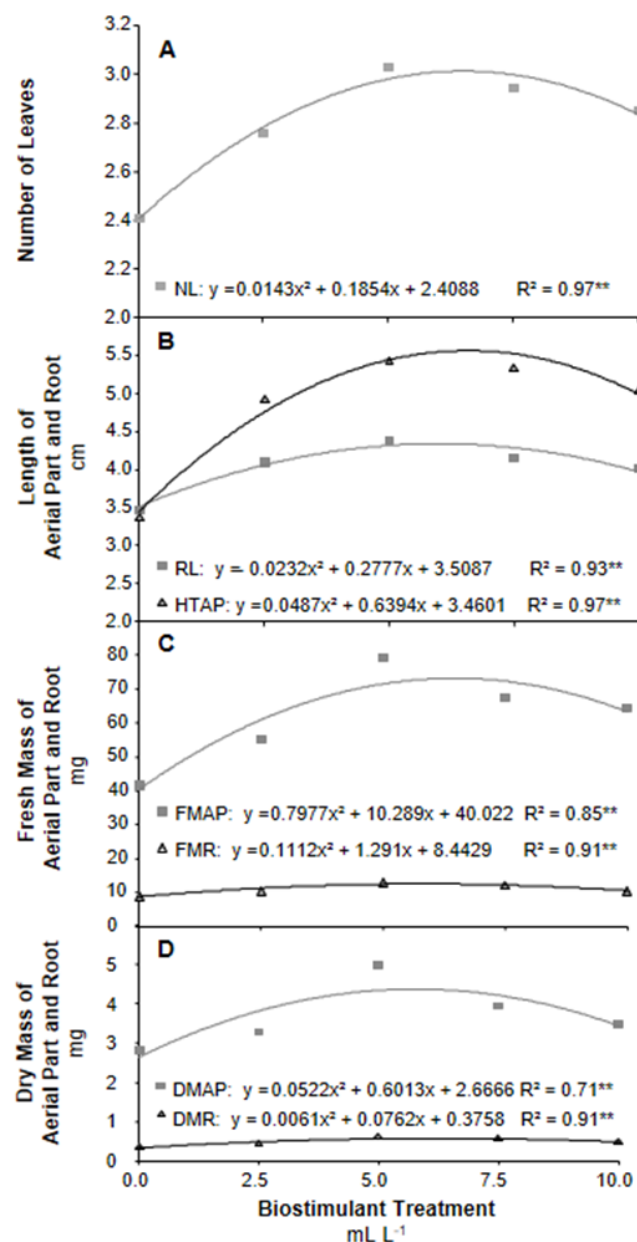


Figure 1. Number of leaves (A), length of aerial part and root (B), fresh mass of aerial part and root (C), and dry mass of aerial part and root (D) in beet cultivar of Early Wonder Tall Top treated with biostimulant Viva BR® evaluated 35 DAS

The quadratic result observed in the FMAP indicated the ME with 6.4 mL L⁻¹, equivalent to an increase of 77% compared to the control. The FMR (Figure 1C) and DMAP (Figure 1D) had the ME with 5.8 mL L⁻¹, with increases of 40% and 55%, respectively. The DMR (Figure 1D), with an increase of 57%, presented ME at the dose of 6.2 mL L⁻¹. Similar results were obtained by Borcioni et al. (2016) when testing fulvic acid in iceberg lettuce, noting that the concentration of 6.0 mL L⁻¹ increased the fresh and dry mass of leaves. Santos (2014) also found increases of

up to 85% in plant dry mass when evaluating the foliar application of humic substances in sweet pepper.

The biochemical variables (Figure 2); Chl *a*, Chl *b*, Chl *a+b* and Carotenoids content also showed quadratic functions as a function of the applied doses.

There were 23% and 22% increments in relation to the control for the variables Chl *a* and Chl *a+b* (Figure 2A), respectively, with 4.9 mL L⁻¹ being the ME dose for both. As for Chl *b* (Figure 2A) and Carotenoids (Figure 2B), ME was found at a dose of 5.1 mL L⁻¹.

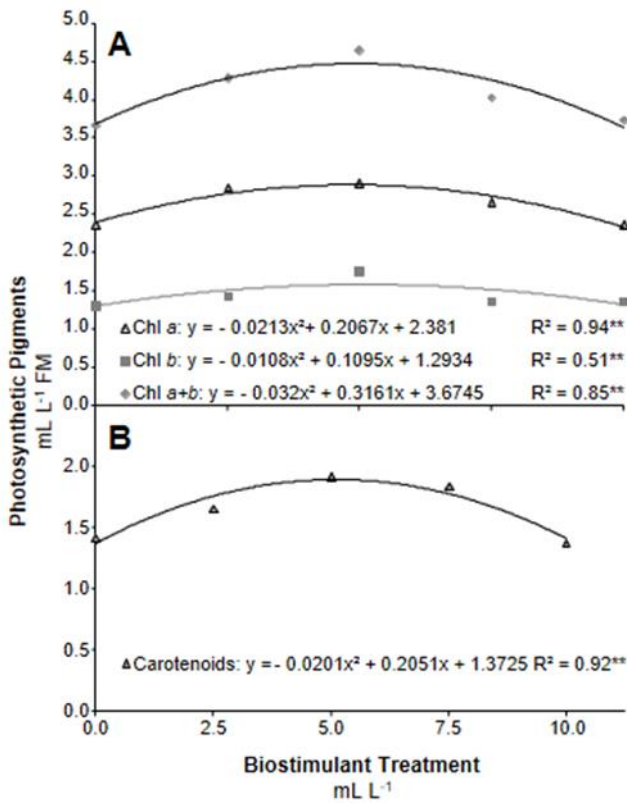


Figure 2. Photosynthetic pigments concentration of Chl *a*, Chl *b* and Chl *a+b* (A), Carotenoids (B) in beet cultivar of Early Wonder Tall Top treated with biostimulant Viva BR[®] evaluated 35 DAS

Busato et al. (2016), studying the effects of water-soluble humic substances and biofertilizer in Guanandi seedlings, observed increases in chlorophyll contents in plants compared to the control under the application of water-soluble humic substances and biofertilizer of 17.2 and 20.8%, respectively. Baldotto et al. (2009) observed that treatments with humic acids, in pineapple 'Vitoria', provided higher levels of photosynthetic pigments when compared to the control. According to Pelissari et al. (2012), the increase in chlorophyll contents result in higher photosynthetic rates, being directly related to plant growth.

Humic substances (HS) have a recognized to stimulate plant growth, modifying the metabolism and absorption of nutrients (Nardi et al., 2009). Such effect was verified by the increase in the synthesis and activity of membrane proton pumps stimulated by HS, which, consequently, stimulate the absorption of NO³⁻ (Canellas et al., 2006). The greater efficiency of N metabolism, verified by the increased activity of nitrate reductase (NR), an enzyme that catalyzes the reduction of nitrate (NO³⁻) to ammonium (NH⁴⁺) (Campbell, 1999), was also observed in corn leaves (Vaccaro et al., 2015) and lettuce (Lima et al., 2008) treated with HS.

Consequently, It is concluded that the application via soil of the Viva BR[®] biostimulant had a positive effect on the development of beet seedlings. All the variables evaluated presented a quadratic behavior, being found the maximum efficiency for the biometric variables at the dose of 6.2 mL L⁻¹ while for the qualitative variables it was 5.0 mL L⁻¹. As a result, it can be said that substances having a biostimulating impact emerge as a reasonable solution for improving seedling growth.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Viva BR[®] biyostimülantının farklı dozajlarının Early Wonder Tall Top çeşitlerinin pancar fidelerinin verim ve kalitesini nasıl etkilediğini incelemektir.

Yöntem ve Bulgular: Deneme, ilki ekimden 7 gün sonra (ekimden sonraki gün sayısı; DAS), 28 DAS'a kadar olmak üzere 7 günlük aralıklarla, Universidade Tuiuti do Paraná/Brezilya serasında, toplam 5 uygulama (0 (kontrol), 7, 14, 21 ve 28 DAS) olarak, tamamen rastgele bir tasarımda gerçekleştirilmiştir. Maksimum verim biyometrik değişkenler için 6,2 mL L⁻¹ dozunda, kalitatif değişkenler için 5,0 mL L⁻¹ ise dozunda gözlemlenmiştir.

Genel Yorum: Viva BR[®] biyostimülantının topraktan uygulanmasının pancar fidelerinin gelişimine olumlu etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Sıcak iklimlerde, Chenopodiaceae familyasından *Beta vulgaris* L. (pancar) baskın türdür ve Brezilya'nın Güneydoğu ve Güney bölgelerinde yoğun olarak yetiştirilmektedir. Fide yetiştirme aşaması, homojenizeyi ve uygun nihai üretkenliği sağlamak için fidelerin tarlaya erken dikilmesini belirler. Bu aşamada verimde artış elde etmek için uygulanan çeşitli teknikler arasında, iki veya daha fazla biyo-düzenleyicinin bitki büyümesini ve gelişimini artırabilecek diğer bileşimlerle kombinasyonundan kaynaklanan biyo-uyarıcı etkileri olan maddelerin uygulanması yer alır. Sonuç olarak, biyo-uyarıcı etkiye sahip maddeler, fide büyümesini

iyileştirmek için makul bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Beta vulgaris* L., pancar, humik maddeler, biyostimulant, Early Wonder Tall Top, Viva BR® Biyostimulant.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors appreciated the support provided by BSc students; Bahar Dilara Yaşar and Metehan Üstündağ and thank the company Valagro for supplying the product to carry out this research.

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

Authors have declared no conflict of interest.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

Marcelle Michelotti BETTONI designed the experiment and analysis of the field data, and reviewed the manuscript. Duellen Carolay Castro CABRAL performed the experiment and the analysis, and draft the manuscript. Tefide KIZILDENİZ contributed to the interpretation of the results, reviewed and elaboration of the final manuscript.

REFERENCES

- Abrantes FL, Sá MED, Souza LCDD, Silva MPD, Simidu HM, Andreotti M, Arruda N (2011) Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 41: 148-154.
- Baldotto LEB, Baldotto MA, Giro VB, Canellas LP, Olivares FL, Bressan-Smith R (2009) Performance of 'Vitória' pineapple in response to humic acid application during acclimatization. *Rev. Bras. Cienc. Solo.* 33: 979-990.
- Bettoni MM, Mogor ÁF, Pauletti V, Goicoechea N (2014) Growth and metabolism of onion seedlings as affected by the application of humic substances, mycorrhizal inoculation and elevated CO₂. *Sci. Hortic.* 180: 227-235.
- Bezerra PSG, Grangeiro LC, de Negreiros MZ, de Medeiros JF (2007) Utilização de bioestimulante na produção de mudas de alface. *Científica* 35(1): 46-50.
- Borcioni E, Mógór ÁF, Pinto F (2016) Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana. *Rev. Cienc. Agron.* 47: 509-515.
- Busato JG, Zandonadi DB, de Sousa IM, Marinho EB, Dobbss LB, Mól AR (2016) Efeito do extrato húmico solúvel em água e biofertilizante sobre o desenvolvimento de mudas de *Callophyllum brasiliense*. *Pesqui. Florest. Bras.* 36(86): 161-168.
- Campbell WH (1999) Nitrate reductase structure, function and regulation: bridging the gap between biochemistry and physiology. *Annu. Rev. Plant Biol.* 50(1): 277-303.
- Canellas LP, Zandonadi DB, Olivares FL, Façanha AR (2006) Efeitos fisiológicos de substâncias húmicas-o estímulo às H⁺-ATPases. *Nutrição Mineral De Plantas* 1: 175-200.
- De Dorlodot S, Forster B, Pagès L, Price A, Tuberosa R, Draye X (2007) Root system architecture: opportunities and constraints for genetic improvement of crops. *Trends. Plant. Sci.* 12(10): 474-481.
- Departamento De Economia Rural- Deral (2019) Olericultura análise da conjuntura agropecuária. Retrieved 2021-12-05.
- Dinler BS, Cetinkaya H, Akgun M, Korkmaz K (2021) Simultaneous treatment of different gibberellic acid doses induces ion accumulation and response mechanisms to salt damage in maize roots. *J. Plant. Biochem. Physiol.* 9: 258.
- Guimarães VF, Echer MM, Ribeiro KS, Pazuch D, Grabowski MMS, Davi JJS, Layter NA (2006) Desenvolvimento e produtividade da alface americana em resposta a aplicação de bioestimulante nas mudas no momento do transplante. In 46 Congresso Brasileiro de Olericultura, Goiânia. *Anais ABH.* 577-580.
- Hamerschmidt I, Leonardez A, Gheller JA, Bortolossi JL, Franco MJ, Harger N, Carvalho NRL (2013) Manual técnico de olericultura. Curitiba: Emater 266.
- Khan SU, Gurmani AR, Jalal-Ud-Din QA, Abbasi KS, Liaquat M, Ahmad Z (2016) Exogenously applied gibberellic acid, indole acetic acid and kinetin as potential regulators of source-sink relationship, physiological and yield attributes in rice (*Oryza sativa*) genotypes under water deficit conditions. *Int. J. Agric. Biol.* 18(1): 139-45.
- Lana AMQ, Lana RMQ, Gozuen CF, Bonotto I, Trevisan LR (2009) Aplicação de reguladores de crescimento na cultura do feijoeiro. *J. Biosci.* 25(1): 13-20.
- Lichtenthaler HK (1987) Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Meth. Enzymol.* (Vol. 148, pp. 350-382). Academic Press.
- Lima JD, da Silva Moraes W, da Silva SHGM, Ibrahim FN, da Silva Júnior AC (2008) Acúmulo de compostos nitrogenados e atividade da redutase do nitrato em alface produzida em diferentes sistemas de cultivo. *Pesqui. Agropecu. Trop.* 180-187.

- Lombardi T, Bertacchi A, Pistelli L, Pardossi A, Pecchia S, Toffanin A, Sanmartin C (2022) Biological and agronomic traits of the main halophytes widespread in the Mediterranean Region as potential new vegetable crops. *Sci. Hortic.* 8(3): 195.
- Nardi S, Carletti P, Pizzeghello D, Muscolo A (2009) Biological activities of humic substances. *Biophysico-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems 2(part 1):* 305-339.
- Nunes MUC, dos Santos JR (2007) Tecnologia para produção de mudas de hortaliças e plantas medicinais em sistema orgânico. Embrapa Tabuleiros Costeiros-Circular Técnica (INFOTECA-E).
- Palangana FC, Silva ES, Goto R, Ono EO (2012) Joint action of cytokinin, gibberellin and auxin on grafted and non-grafted sweet pepper under protected cultivation. *Hortic. Bras.* 30: 751-755.
- Pelissari G, Carvalho I R, Silva ADB, Follmann DN, Leschewitz R, Nardino M, Caron BO (2012) Hormônios reguladores de crescimento e seus efeitos sobre os parâmetros morfológicos de gramíneas forrageiras. *Simpósio De Ensino, Pesquisa E Extensão* 16.
- De Resende GM, Cordeiro GG (2007) Uso da água salina e condicionador de solo na produtividade de beterraba e cenoura no semi-árido do Submédio São Francisco. Embrapa Semiárido-Comunicado Técnico (INFOTECA-E).
- Santos CAD (2014) Substância húmica e seu efeito em atributos químicos e biológicos do solo e na produção vegetal. Ph.D. thesis, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Souza JD, Resende P (2006) Manual de horticultura orgânica. Viçosa: Aprenda Fácil.
- Sutor-Świeży K, Antonik M, Proszek J, Nemzer B, Pietrzkowski Z, Popena, Ł, & Wybraniec S (2022) Dehydrogenation of Betacyanins in Heated Betalain-Rich Extracts of Red Beet (*Beta vulgaris* L.). *Int. J. Mol. Sci.* 23(3): 1245.
- Taiz L, Zeiger E (2013) *Fisiologia vegetal* 5ªed. Porto Alegre: Editora Artmed.
- Tivelli SW, Factor TL, Teramoto JRS, Fabri EG, Moraes ARA, Trani PE, May A (2011) Beterraba: do plantio à comercialização. Campinas: Instituto agrônomo 45 (Boletim técnico 210).
- Vaccaro S, Ertani A, Nebbioso A, Muscolo A, Quaggiotti S, Piccolo A, Nardi S (2015) Humic substances stimulate maize nitrogen assimilation and amino acid metabolism at physiological and molecular level. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 2(1): 1-12.
- Vendruscolo EP, Martins APB, Seleguini A (2016) Promoção no desenvolvimento de mudas olerícolas com uso de bioestimulante. *J. Agric. Sci. Umuarama* 5(2): 73-82.
- Vieira EL (2001) Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.). Ph.D. thesis, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Vieira RJ, Gonçalves LD, Martins GA, Silva JC, Quintão JP (2018). Uso Do Bioestimulante Siapton Na Produção De Mudas De Alface. In XI Jornada Científica.



Tüketicilerin probiyotik ürünlere yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi: TR63 Bölgesi-Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illeri örneği

Determination of consumers' attitude and behaviours about probiotic products: a case study of TR63 Region in Turkey

Ahmet Duran ÇELİK¹, Tuğçe SARIOĞLU¹, Erdal DAĞISTAN¹

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1088649](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1088649)

Geliş tarihi / Received: 16.03.2022

Kabul tarihi / Accepted: 26.04.2022

Keywords:

Functional foods, probiotic products, consumer, attitude, behavior.

Corresponding author: A. Duran ÇELİK

✉: acelik_01@hotmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The aim of this study was to determine the knowledge levels, attitudes, and consumption tendency of consumers in the TR63 region of Turkey (Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye).

Methods and Results: A face-to-face survey study was conducted with 600 consumers in the TR63 region in order to determine consumers' general behaviors and approaches regarding probiotic food products. Although consumers were generally willing to buy probiotic food products in the market (66.80%), they found home-made probiotic products healthier. Within the study it was determined that 74.80% of the consumers were producing at least one kind of probiotic product at home. The most common products produced at home were respectively; yogurt, ayran, pickled cucumbers/pickled cabbage, and kefir.

Conclusions: In recent years consumers' interest in functional products have been increasing in Turkey as well as the world. Consumers tend to consume functional products in order to have a more wholesome life and prevent several health problems. Among the functional foods, probiotic products have an important place and are the most consumed functional products by consumers. According to the research results, consumers have a high awareness of the benefits of probiotic foods and they consume these products with confidence. In addition to these results, it was determined that consumers were willing to buy more probiotic food products if their prices were less expensive.

Significance and Impact of the Study: With the findings of the research; the preferences, priorities, and consumption frequencies of the consumers in probiotic products were determined. It is expected that these results will contribute to the food industry and the growing functional food product market in order to increase the consumption level of these products, and develop marketing opportunities.

Atf / Citation: Çelik AD, Sarıoğlu T, Dağistan E (2022) Tüketicilerin probiyotik ürünlere yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi: TR63 Bölgesi-Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illeri örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 278-287. DOI: [10.37908/mkutbd.1088649](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1088649)

GİRİŞ

Fonksiyonel gıdalar, çeşitli hastalıklara karşı tedavi edici özelliği olan veya hastalıklara yakalanma riskini azaltmaya karşı etkili çeşitli bileşikler veya yararlı

bakteriler içeren gıdalardır (Boluda ve Capilla, 2017). 1980'li yıllarda Japonya'da tüketilmeye başlanan fonksiyonel gıdalar, milenyum ile birlikte hızla batı dünyasına da yayılmış olup, oldukça geniş bir yelpazeye sahip ürün gruplarından oluşmaktadır (Di Pasquale ve

ark., 2011). İlk zamanlarda, fonksiyonel özelliği olan doğal ürünler tüketilirken, daha sonra Japonya'da yayınlanan bir yönetmelik ile laboratuvar ortamında geliştirilerek, yararları klinik deneylerle kanıtlanan pek çok ürün piyasaya sürülmüştür (Iwatani ve Yamamoto, 2019). Probiyotik gıdalar, fonksiyonel ürün grubunda yer alan gıdalar olup, yararlı canlı mikroorganizma içeren ve bağırsak mikrobiyal dengesini düzenleyen gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Aksu ve ark., 2010).

Probiyotik ürünler, tüketiciler tarafından en çok tercih edilen fonksiyonel gıda türü olup, küresel probiyotik gıda pazarı 2019 yılı itibariyle 44.8 milyar USD civarında olup, 2025 yılında 55 milyar USD'ye ulaşması öngörülmektedir. 2019 yılı itibariyle, küresel pazarda en çok tüketilen probiyotik ürünler sırasıyla; probiyotik yoğurt (%71), fermente süt ürünleri (%16), ve probiyotik gıda takviyeleri (%13) şeklindedir. Avrupa Birliği (AB) özelinde, AB ülkelerinin toplam probiyotik ürünler pazar genişliği 10.2 milyar USD olup, bu rakam küresel pazar talebinin yaklaşık %23'ünü karşılamaktadır. AB ülkelerinin, probiyotik ürünler konusundaki tüketim alışkanlıkları kendi aralarında farklılık göstermektedir. Batı Avrupa'da yer alan ülkeler çoğunlukla probiyotik yoğurt ve probiyotik gıda takviyelerini (supplement) tercih ederken, Doğu Avrupa'da yer alan ülkeler ise daha çok geleneksel yöntemlerle üretilen fermente süt ürünlerini tercih etmektedir (IPA, 2020). Avrupa Kıtası genelinde ele alınacak olursa, yapılan bir pazar araştırmasına göre, Türkiye'nin yoğun ekonomik ilişkilere sahip olduğu Rusya, Avrupa kıtasındaki en büyük probiyotik gıda ürünleri pazarı olup, yıllık ortalama %5'lik bir büyüme hızına sahiptir (Mordor Intelligence, 2022).

Türkiye, Avrupa kıtasında yer alan en kalabalık nüfuslu ülkelerden birisi olmasına rağmen, gelişmiş ülkelere kıyasla, fonksiyonel gıda pazarı hacmi oldukça sınırlıdır. Ancak, tüketici pazarından elde edilen satış verileri doğrultusunda, özellikle artan şehir nüfusuyla birlikte fonksiyonel gıda talebi hızlı bir artış göstermektedir. Doğu Avrupalı tüketicilerin tüketim alışkanlıklarına benzer şekilde, yoğurt, ayran, kefir gibi fermente sütte elde edilen probiyotik ürünler, Türkiye pazarında en çok talep edilen fonksiyonel ürünlerdir. Türkiye'de fonksiyonel ürünler pazarı henüz gelişim aşamasında olmasından ötürü, ayrı bir başlık altında sektöre ait istatistik veriler bulunmazken, satış rakamlarından yola çıkarak, yıllık pazar hacminin yaklaşık 460 milyon USD civarında olduğu bilinmektedir (Gök ve Ulu, 2018; Sezgin, 2020).

Konu ile ilgili olarak daha önce yapılan yerli ve yabancı bazı çalışmalara ait sonuçlar şu şekildedir; Urala ve Lahteenmaki (2003) tarafından Finlandiya'da yapılan bir

çalışmada, tüketicilerin fonksiyonel gıda tüketim gönüllülüğünü etkileyen 7 faktör incelenmiştir. Bu faktörler; "beklenen fayda, güven, gereklilik, tıbbi yönden fayda, risk, sağlıklı beslenme ve lezzet" olup, "beklenen fayda" tüketici gönüllülüğünü en çok etkileyen faktör olarak tespit edilmiştir.

Yabancı ve Şimşek (2007) tarafından, Ankara ilinde, üniversite öğrencilerinin probiyotik ürünleri tüketim durumlarını belirlemeye yönelik olarak yaptıkları çalışmada, bayanların erkeklere nazaran daha fazla probiyotik ürün tükettikleri, probiyotik ürün tüketenlerin %88.8'inin severek tükettiğini ve %84.9'unun bu ürünlerin yarar sağladığını belirtmiştir.

Viana et al. (2008) tarafından Brezilya'da tüketicilerin probiyotik gıdalar hakkındaki algı ve yaklaşımlarını belirlemeye yönelik olarak gerçekleştirilen bir çalışmada, tüketicilerin sadece %29'unun probiyotik gıda kavramını doğru olarak tanımlarken, probiyotik ürünleri tüketen tüketiciler, bu ürünlerin ishal ve kolesterol sorunlarını gibi sağlık sorunlarını azaltmada yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

Jeżewska-Zychowicz (2009) tarafından Polonya'da öğrencilere yönelik olarak yapılan bir diğer çalışmada ise genç tüketicilerin fonksiyonel gıdalara yönelik tutumları ve satın alma eğilimi araştırılmıştır. Araştırmada katılımcıların fonksiyonel gıdaları çoğunlukla tanıyor olmalarına rağmen çok sık tüketmedikleri sonucu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, "yarar algısı" tüketim isteği üzerine en fazla etki eden faktör olarak belirlenirken, en çok tüketilen fonksiyonel gıda probiyotik yoğurt olarak belirlenmiştir.

Perker ve Yalçın (2011), probiyotik yoğurt pazarı üzerine yaptıkları çalışmada, tüketicilerin probiyotik yoğurdu çoğunlukla sindirim sorunlarını önlemeye yönelik olarak tükettiklerini belirlerken, probiyotik yoğurt tüketiminin artırılmasında marka ve reklam faaliyetlerinin önemini vurgulamışlardır.

Annunziata and Vecchio (2013), İtalya'da tüketicilerin fonksiyonel gıdalar hakkındaki bakış açılarını belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada, probiyotik ürünleri, sağlık açısından yararlarından ötürü, tüketiciler tarafından fonksiyonel ürünler arasında en çok önemsenen ürünler olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

Carvalho et al. (2014), Brezilya'da tüketicilerin probiyotik ürünlere karşı davranışlarını belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada, tüketicilerin probiyotik ürünlere karşı algılarının genel olarak olumlu olmakla birlikte, tüketim seviyesinin düşük olduğunu belirleyerek, tüketimi artırmak için ürün ambalajlarında daha fazla açıklayıcı bilgi eklenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Eser (2017) tarafından, Çanakkale ilinde tüketicilerin probiyotik ürünlere yönelik yaklaşımlarını ölçmeye

yönelik olarak yapılan çalışmada, tüketicilerin yaklaşık %71'inin probiyotik ürünler tükettiği belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca yoğurtun en çok tüketilen probiyotik ürün olduğu ve tüketicilerin %10'unun düzenli olarak her gün probiyotik ürün tükettiği tespit edilmiştir. Altındış ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada, aile hekimlerinin yaklaşık %67'sinin probiyotikler hakkındaki genel bilgi seviyesinin orta düzeyde olduğunu, aile hekimlerinin probiyotiklerin güvenilirliği hakkında çeşitli kuşkuvarının olduğunu ortaya koyarak, probiyotiklerin sağlık üzerine olumlu etkilerini gösteren çalışmaların her geçen gün arttığını ancak probiyotiklerin bilinçli kullanımı üzerine de bilgilendirme yapılmasının gerekliliğini vurgulamışlardır.

Çelik ve ark. (2021), üniversite öğrencilerinin fonksiyonel gıdalar hakkındaki tutumlarını belirlemeye yönelik olarak yaptıkları çalışmada, araştırmaya katılan öğrencilerin %65'inin fonksiyonel gıdaların insan sağlığını olumlu yönde etkilediğini düşündükleri ve bu ürünlerin sağlık açısından faydalarının öğrencilerin söz konusu gıdalara yönelik yaklaşımlarını belirleyen en önemli faktör olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada, Doğu Akdeniz-TR63 Bölgesinde yer alan Hatay, Kahramanmaraş ve Osmaniye il merkezlerinde yer alan tüketicilerin, probiyotik ürünlere yönelik tutum, davranış ve tüketim alışkanlıklarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmanın ana materyali, TR63 Bölgesinde yaşayan ve tesadüfi olarak belirlenen tüketiciler ile yapılan anket çalışması sonucunda elde edilen birincil verilerden oluşmaktadır. Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan (TR63) Kahramanmaraş, Hatay ve Osmaniye şehirlerinin merkez ilçelerinde gerçekleştirilen anket çalışmasında uygulanan anket sayıları, söz konusu merkez ilçelerin 2020 yılı nüfusları dikkate alınarak oransal olarak dağıtılmıştır. 2020 yılı TÜİK verilerine göre (TÜİK, 2020), toplam nüfusu 664,958 olan Kahramanmaraş'ın Dulkadiroğlu ve Onikişubat merkez ilçelerinde 300 anket, nüfusu 389,377 olan Hatay merkez ilçesi Antakya'da 176 anket ve nüfusu 274,420 olan Osmaniye şehir merkezinde ise 124 anket olmak üzere toplam 600 adet anket yapılmıştır. Anket çalışması 2021 yılının, Nisan-Mayıs ve Eylül aylarında gerçekleştirilmiştir.

Örnek hacminin belirlenmesi

Araştırmanın örnek hacminin belirlenmesi için basit tesadüfi örnekleme yönteminden yararlanılmıştır.

Araştırmanın örnek hacminin belirlenmesinde kullanılan formül aşağıda verilmiştir (Churchill, 1995). Araştırma alanında maksimum örneğe ulaşmak için P ve Q değerleri 0.50 olarak dikkate alınmıştır. Buna göre %95 önem seviyesi ve %4 hata payında araştırma için belirlenen örnek sayısı 600 olarak belirlenmiştir. Formül olarak;

$$n = \left(\frac{Z_{x/2}}{d} \right)^2 P * Q = \left(\frac{1.96}{0.04} \right)^2 0.50 * 0.50 = 600 \quad (1)$$

P: Olumlu olasılık (%50)

Q: 1-P Olumsuz olasılık (%50)

Z_{x/2}: Güven aralığı (%95, tablo değeri 1.96)

d: Hata payı (%4)

Verilerin analizinde kullanılan yöntemler

Anket formunda, tüketicilere ilk olarak probiyotik ürün kavramından haberdar olup olmadıkları sorulmuştur. Daha sonra, ankete katılan tüketicilere, bu ürünlere yönelik bilgi düzeyleri, tüketim eğilimleri ve tüketim sıklıklarını belirlemeye yönelik sorular yöneltilmiştir. Araştırma kapsamında, tüketicilerin probiyotik ürünlere yönelik tutumlarını belirlemek üzere çeşitli yargı cümleleri yöneltilerek, 5'li Likert Ölçeği ile yargılara katılma dereceleri ölçülmüştür. Likert ölçeği, pazarlama araştırmalarında sıkça kullanılan, tüketicilerin belirli bir ifadeye katılıp katılmadıklarını ve bu katılıp katılmama tutumunun yoğunluğunu ölçmeye olanak sağlayan bir ölçek türüdür. 5'li, 7'li ve 9'lu gibi farklı türleri bulunan ölçekte, ölçülmek istenen ifadeye, eşit aralıklı olmak üzere, soldan sağa veya sağdan sola doğru rakamsal değerler verilerek sıralanması sureti ile katılımcının ifadeye katılıp katılmama derecesi ölçülür (Karagöz ve Ekici, 2004). Bu çalışmada 5'li Likert Ölçeği kullanılmış olup, yargılar olumsuzdan, olumluya doğru sıralanarak, katılımcıların yargılara katılıp katılmama dereceleri belirlenmiştir. Tüketicilerin demografik özelliklerinin yanı sıra, probiyotik ürünleri tüketim sıklıklarını gösteren veriler, frekans ve yüzdeler şeklinde hesaplanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Demografik özellikler

Araştırma alanına ve anket yapılan tüketicilere ait demografik veriler Çizelge 1'de verilmiştir. Görüşülen tüketicilerin %51.50'si kadın, %48.50'si erkek; %65.00'i evli, kadınların yaş ortalaması 35.48, erkeklerin yaş ortalaması 40.57 ve hane genişliği 3.53 olarak hesaplanmıştır. Anket çalışması, örnek olarak belirlenen illerin, merkez ilçelerinde gerçekleştirildiğinden ötürü, görüşülen tüketicilerin eğitim seviyeleri genel olarak yüksek bulunmuştur, buna göre görüşülen tüketicilerin;

Çizelge 1. Araştırma alanındaki tüketicilerin demografik özellikleri

Table 1. Demographic characteristics of the consumers

Değişkenler	Frekans (n)	Oran (%)
Cinsiyet		
Kadın	309	51.50
Erkek	291	48.50
Toplam	600	100.00
Medeni durum		
Evli	390	65.00
Bekar	210	35.00
Toplam	600	100.00
Eğitim seviyesi		
İlkokul	7	1.20
Ortaokul	40	6.70
Lise	169	28.20
Üniversite (Ön lisans)	59	9.80
Üniversite (Lisans)	208	34.70
Üniversite (Lisansüstü)	117	19.40
Toplam	600	100.00
Meslek grubu		
Çalışmıyor	132	22.00
Öğretmen/Akademisyen	148	24.70
Serbest Meslek	110	18.30
Kamu Çalışanı	136	22.70
Özel Sektör	60	10.00
Emekli	14	2.30
Toplam	600	100.00
Yaş ortalaması		
Kadın		35.48
Erkek		40.57
Hane genişliği ortalaması		
		3.53

%34.70'i lisans, %28.20'si lise, %19.40'ı lisansüstü, %9.80'i ön lisans, %6.70'i ortaokul ve %1.20'si ilkokul mezunudur. Meslek grupları açısından dağılımda ise tüketicilerin; %24.70'i öğretmen veya akademisyen, %22.70'i kamu çalışanı, %18.30'u serbest meslek, %10.00'u özel sektörde çalışırken, %22.00'sinin çalışmadığı ve %2.30'unun ise emekli olduğu belirlenmiştir.

Aylık gelir dağılımı

Araştırma alanında anket yapılan tüketicilerin aylık gelir durumları Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre, tüketicilerin %24.70'inin aylık geliri 5001-6000 TL aralığında olup, %21.10'unun aylık gelirinin 4000 TL'nin altında, %14.40'ının ise 8000 TL'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Araştırma alanındaki tüketicilerin aylık gelir durumu

Table 2. Monthly income levels of the consumers in the research area

Gelir grubu	Frekans (n)	Oran (%)
2000 TL altı	38	6.30
2000-3000 TL arası	26	4.30
3001-4000 TL arası	63	10.50
4001-5000 TL arası	92	15.30
5001-6000 TL arası	148	24.70
6001-7000 TL arası	80	13.30
7001-8000 TL arası	67	11.20
8001-10000 TL arası	48	8.10
10000 TL ve üstü	38	6.30
Toplam	600	100.00

Aylık gıda harcaması

Araştırma alanındaki tüketicilerin aylık gıda harcamaları Çizelge 3'te verilmiştir. Buna göre tüketicilerin %42.00'sinin aylık gıda harcaması 1000 TL'nin altında olup, %28.20'sinin 1001 TL ile 1500 TL arasında, %14.50'sinin ise 1501 TL ile 2000 TL arasında olduğu belirlenmiştir.

Haberdar olma

Araştırma kapsamında tüketicilere, probiyotik gıdalardan haberdar olup olmadıkları sorusu yöneltilmiştir. Buna göre, tüketicilerin %85.30'u probiyotik gıdalardan haberdar olduklarını belirtmişlerdir (Çizelge 4). Polonya'da fonksiyonel gıdalar üzerine yapılan bir çalışmada, benzer şekilde tüketicilerin farkındalık oranları yüksek bulunurken (Jeżewska-Zychowicz, 2009), Brezilya'da yapılan bir diğer çalışmada ise %29 gibi düşük bir oran bulunmuştur (Viana et al., 2008). Türkiye'de yapılan farklı bir çalışmada ise, probiyotik gıdaların bilinirlik oranı %64.5 olarak belirlenmiştir (Kağan ve ark., 2019).

Satın alma durumu

Araştırma kapsamında tüketicilere, herhangi bir probiyotik gıda satın alıp almadıkları sorulmuştur. Araştırma kapsamında görüşülen tüketicilerin %66.80'inin probiyotik gıdalardan en az bir tanesini satın

aldığı belirlenmiştir (Çizelge 5).

Bilgi seviyesi

Araştırma kapsamında anket yapılan tüketicilere "probiyotik ürünler hakkında ne seviyede bilgi sahibi oldukları" sorularak öz değerlendirme yapmaları istenmiştir. Buna göre tüketicilerin %20.60'ı "çok az seviyede veya hiç bilgi sahibi olmadıklarını" belirtirken, tüketicilerin yarısından fazlası (%58.60) "iyi veya çok iyi seviyede" bilgi seviyesine sahip olduklarını belirtmişlerdir (Çizelge 6).

Tüketim sıklığı

Araştırma alanındaki tüketicilerin probiyotik gıdaları ürünler bazında tüketme durumları ve sıklıkları Çizelge 7'de verilmiştir. Buna göre tüketicilerin en sık tükettikleri başlıca ürünler sırasıyla "Peynir", "Yoğurt", "Ayrın", "Elma Sirkesi", "Salatalık/Lahana Turşusu" olarak belirlenirken, "Probiyotik Takviyeler", "Boza", ve "Kombu Çayı" en az tüketilen ürünler olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılan farklı çalışmalarda (Jeżewska-Zychowicz, 2009; Eser 2017; Özgül ve ark. 2020), yoğurt tüketicilerin en çok tercih ettiği probiyotik ürün olarak belirlenirken, bu çalışmada yoğurt, peynirden sonra en çok tercih edilen ikinci ürün olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3. Araştırma alanındaki tüketicilerin aylık gıda harcaması

Table 3. Monthly food expenses of the consumers in the research area

Aylık gıda harcaması	Frekans (n)	Oran (%)
500-1000 TL arası	252	42.00
1001-1500 TL arası	169	28.20
1501-2000 TL arası	87	14.50
2001-3000 TL arası	49	8.20
3000 TL üstü	43	7.10
Toplam	600	100.00

*2021 döviz kuru ortalaması: 1 USD=8.89 TL.

Çizelge 4. Tüketicilerin probiyotik gıdalardan haberdar olma durumu

Table 4. Awareness levels of the consumers about probiotic food products

Haberdar olma durumu	Frekans (n)	Oran (%)
Haberdar	512	85.30
Haberdar değil	88	14.70
Toplam	600	100,00

Çizelge 5. Tüketicilerin probiyotik gıdalardan haberdar olma durumu

Table 5. Awareness levels of the consumers about probiotic food products

Satın alma durumu	Frekans (n)	Oran (%)
Satın alıyor	401	66.80
Satın almıyor	199	33.20
Toplam	600	100.00

Çizelge 6. Tüketicilerin probiyotik gıdalar hakkında bilgi seviyeleri (öz değerlendirme)

Table 6. Consumers' knowledge levels about probiotic foods (self assessment)

Bilgi seviyesi	Frekans (n)	Oran (%)
Hiçbir bilgim yok	56	9.30
Çok az seviyede bilgim var	68	11.30
Orta seviyede bilgim var	125	20.80
İyi seviyede bilgim var	193	32.20
Çok iyi seviyede bilgim var	158	26.40
Toplam	600	100.00

Çizelge 7. Tüketicilerin probiyotik gıda tüketme sıklıkları

Table 7. Consumers' consumption frequencies of probiotic foods

Ürün	1		2		3		4		5		Ort. (1-5)	Std. Sapma
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Peynir	8	1.30	4	0.70	12	2.00	83	13.80	493	82.20	4.75	0.655
Yoğurt	32	5.30	32	5.30	63	10.50	183	30.50	290	48.40	4.11	1.128
Ayran	13	2.20	23	3.80	87	14.50	289	48.20	188	31.30	4.03	0.898
Elma sirkesi	104	17.30	88	14.70	104	17.30	181	30.30	122	20.40	3.22	1.384
Salatalık turşusu	90	15.00	90	15.00	144	24.00	196	32.70	80	13.30	3.14	1.262
Lahana turşusu	103	17.20	99	16.50	135	22.50	192	32.00	71	11.80	3.05	1.283
Nar ekşisi	124	20.70	163	27.10	142	23.70	102	17.00	69	11.50	2.71	1.284
Tarhana	167	27.80	144	24.00	103	17.20	120	20.00	66	11.00	2.62	1.362
Kefir	219	36.50	84	14.00	86	14.30	126	21.00	85	14.20	2.62	1.496
Şalgam	154	25.70	163	27.20	125	20.80	128	21.30	30	5.00	2.53	1.221
Probiyotik süt	329	54.90	59	9.80	50	8.30	93	15.50	69	11.50	2.19	1.501
Prob. yoğurt	349	58.10	76	12.70	54	9.00	88	14.70	33	5.50	1.97	1.325
Yayık ayranı	337	56.30	110	18.30	71	11.80	62	10.30	20	3.30	1.86	1.173
Prob. takviyeler	489	81.50	22	3.70	38	6.30	25	4.20	26	4.30	1.46	1.071
Boza	511	85.20	38	6.30	36	6.00	13	2.20	2	0.30	1.26	0.696
Kombu çayı	540	90.00	17	2.80	31	5.20	11	1.80	1	0.20	1.19	0.624

(1): Hiç; (2): Ayda 1 defa; (3): Haftada 1 defa; (4): Haftada 2-3 defa; (5): Her gün

Evde probiyotik gıda üretim durumu

Lactobacillus türleri yaygın olarak kullanılan probiyotik mikroorganizma türleri olup (Uymaz, 2010), gerek evde yapılan yoğurtta gerekse endüstriyel yoğurtta bol miktarda bulunmaktadır. Ancak bazı uzmanlar, bu ürünlerde bulunan probiyotik bakterilerin bir kısmının midenin asidik ortamında yaşamlarını sürdüremediklerini, bu sebeple midenin asidik ortamına daha dayanıklı laktik asit bakterileri ile üretilen ve "probiyotik yoğurt" adıyla satılan güçlendirilmiş ürünlerin daha faydalı olduklarını savunmakla birlikte bu konuda farklı görüşler bulunmaktadır (Özden, 2013; Banes, 2016; Akay, 2020). Çalışmanın bu aşamasında tüketicilere, geleneksel fermente yöntemler ile üretilen ve belirli oranlarda probiyotik bakteri içerdiği bilinen ürünleri evde üretip üretmeme durumları sorulmuştur. Araştırma alanında görüşülen tüketicilerin %74.80 (449) gibi büyük bir çoğunluğu, tüketim amaçlı olarak, evde en az bir probiyotik gıda ürettiğini belirtmiştir. Evde üretilen ürünler arasında, geleneksel yöntemlerle elde edilen "Fermente Yoğurt" (%62.66) ilk sırada gelirken, bunu

"Ayran" (%57.66), "Lahana ve/veya Salatalık Turşusu" (%40.00) takip etmektedir (Çizelge 8).

Tüketicilerin probiyotik gıdalar hakkındaki düşünce ve yaklaşımları

Araştırma kapsamında, tüketicilerin probiyotik gıda ürünlerine yönelik düşünce ve yaklaşımlarını belirlemek üzere, tüketicilere 5'li likert ölçeği formatında hazırlanan 25 ifadeye ne derecede katıldıkları sorulmuştur. Yapılan güvenilirlik analizi sonucunda, güvenilirlik derecelerinin düşük olduğu belirlenen üç değişken ölçekten çıkarılarak, toplam 22 değişken üzerinden değerlendirme yapılmıştır (Çizelge 9). Söz konusu 22 değişkenin Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı %88.6 olarak belirlenmiştir. Söz konusu değişkenler; "yarar algısı, lezzet algısı, risk algısı, güven algısı, satın alma gönüllülüğü" olmak üzere beş başlık altında gruplandırılmıştır.

(a) Yarar algısı

İfade 1: Probiyotik gıdalar sağlığa faydalıdır.

İfade 2: Probiyotik gıdalar katkı maddesi içermezler.

İfade 3: Probiyotik gıdalar kendimi güçlü hissettiriyor.

Çizelge 8. Tüketicilerin evde probiyotik gıda üretme durumları

Table 8. The situation of consumers producing probiotic foods at home

Ürünler	Frekans (n)	Oran (%)
Yoğurt	376	62.66
Ayran	346	57.66
Lahana/salatalık turşusu	240	40.00
Kefir	116	19.33
Tarhana	94	15.66
Elma sirkesi	89	14.83
Peynir	62	10.33
Nar ekşisi	56	9.33
Şalgam	55	9.16
Yayık ayranı	45	7.50
Boza	2	0.33

*Birden fazla ürün işaretlenmiştir

İfade 4: Bağışıklık sistemini güçlendirmeye yardımcı olurlar.

İfade 5: Bağırsak sorunlarını gidermeye yardımcı olurlar.

İfade 6: Sağlıksız beslenmeden kaynaklanan olumsuz etkileri gidermeye yardımcı olurlar.

İfade 7: Antibiyotiklerin zararlı etkilerini azaltmaya yardımcı olurlar.

İfade 8: Probiyotik gıdaları tüketerek sağlığımı koruyabilirim.

İfade 9: Hap formundaki probiyotik gıda takviyeleri sağlığa yararlıdır.

Tüketicilerin, probiyotik gıdaların yararları hakkındaki ifadelerine verdikleri cevaplar incelendiğinde (Çizelge 9), genel olarak ifadelerin likert ortalamalarının 4 ve üzerinde olduğu, yani tüketicilerin probiyotik gıdaları sağlık açısından oldukça yararlı buldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte, tüketicilerin hap formundaki probiyotik gıda takviyelerine yönelik yarar algılarının göreceli olarak düşük olduğu (2.75) belirlenmiştir (İfade 9).

(b) Lezzet algısı

İfade 10: Probiyotik gıdaları lezzetli buluyorum.

İfade 11: Probiyotik gıdaları tüketmekten keyif alıyorum.

İfade 12: Benim için bir gıda ürününün sağlıklı olması lezzetli olmasından daha önemli.

İfade 13: Tadını bilmediğim probiyotik ürünleri satın almam.

Elde edilen sonuçlara göre, tüketicilerin probiyotik gıdaları lezzetli buldukları (4.32) ve bu gıdaları tüketmekten keyif aldıkları (4.33) belirlenmiştir. Bunun yanı sıra tüketiciler, probiyotik bir gıda ürününün sağlıklı olmasının lezzetli olmasından daha önemli olup olmadığının sorulduğu ifadeye (ifade 12) genel olarak ne olumlu ne de olumsuz olarak yanıt verirken (2.99), tadını bilmedikleri bir ürünü satın almaya nispeten de olsa olumlu baktıkları belirlenmiştir (3.61).

Buradan yola çıkarak, tüketicilerin probiyotik ürünleri lezzetli buldukları ve bir gıda ürününün tüketici nezdinde

lezzetli olmasının en az sağlıklı olması kadar önemli olduğu sonucuna ulaşılabilir. Bunun yanı sıra, tüketicilerin tadını bilmedikleri probiyotik gıdaları denemeye genel olarak sıcak baktıkları çıkarımına da ulaşılabilir.

(c) Risk algısı

İfade 14: Fazla miktarda tüketmek sağlığa zararlı olabilir.

İfade 15: Sağlık açısından öngörülme riskler taşıyor olabilirler.

Araştırma sonuçlarına göre, tüketiciler fazla miktarda probiyotik gıda tüketiminin nispeten de olsa (3.43) sağlık açısından zararlı olabileceğini düşünürken, bu gıdaların sağlık açısından öngörülemez riskler taşıyabileceği yönündeki ifadeye genel olarak katılmadıkları (2.43) belirlenmiştir.

(d) Güven algısı

İfade 16: Probiyotik gıdaları tüketmek güvenlidir.

İfade 17: Probiyotik gıdaların sağlığa yararları hakkında açıklanan bilgilere güveniyorum.

İfade 18: Evde yapılan probiyotik gıdalar daha sağlıklıdır.

İfade 19: Markette satılan probiyotik gıdalar güvenlidir.

Araştırma sonuçlarına göre (Çizelge 9), tüketicilerin probiyotik gıdaları tüketmeyi güvenli buldukları (4.04) ve söz konusu gıdaların yararları hakkında açıklanan bilgilere güvendikleri belirlenmiştir (4.11). Bununla birlikte, tüketicilerin evde yapılan probiyotik gıdalara olan güven derecelerinin (4.48) marketlerde satılanlara nazaran çok daha yüksek olduğu (2.73) belirlenmiştir.

(e) Satın alma gönüllülüğü

İfade 20: Probiyotik gıdaları satın alırım.

İfade 21: Probiyotik gıdaları pahalı buluyorum.

İfade 22: Fiyatları daha ucuz olsa daha fazla alırdım.

Araştırma sonuçlarına göre, tüketicilerin satın alma gönüllülüklerinin orta düzeyde olduğu (3.53) belirlenmiştir. Tüketicilerin %58.80'i probiyotik gıda ürün fiyatlarını yüksek bulurken, %65.30'u fiyatların daha ucuz olması halinde daha fazla probiyotik gıda ürünü satın

alabileceklerini belirtmişlerdir. Yapılan farklı bir araştırmada, tüketicilerin %23.8'inin probiyotik ürünleri

pahalı bulduklarından dolayı tüketmedikleri bulgusuna ulaşılmıştır (Kağan ve ark., 2019).

Çizelge 9. Tüketicilerin probiyotik gıdalar hakkındaki ifadelerle katılma durumları

Table 9. Consumers' agreement levels with the statements about probiotic foods

Değişkenler	N	Ölçek (%)					Ort. (1-5)	Std. sapma
		1	2	3	4	5		
İfade 1	600	5.00	2.30	5.20	22.80	64.70	4.40	1.042
İfade 2	600	4.00	5.80	17.80	26.70	45.70	4.04	1.108
İfade 3	600	3.20	3.50	14.00	23.30	56.00	4.25	1.030
İfade 4	600	3.50	3.80	5.50	18.50	68.70	4.45	1.005
İfade 5	600	3.80	2.30	9.30	21.30	63.30	4.38	1.012
İfade 6	600	3.20	4.20	12.70	22.30	57.60	4.27	1.041
İfade 7	600	3.70	2.80	22.80	18.70	52.00	4.13	1.085
İfade 8	600	3.30	3.20	8.50	24.30	60.70	4.36	0.996
İfade 9	600	24.70	14.70	34.00	14.70	12.00	2.75	1.303
İfade 10	600	3.80	3.80	10.00	21.50	60.90	4.32	1.053
İfade 11	600	3.30	3.00	11.70	21.50	60.50	4.33	1.018
İfade 12	600	27.80	16.80	11.30	16.70	27.40	2.99	1.596
İfade 13	600	14.20	12.50	15.00	15.20	43.10	3.61	1.485
İfade 14	600	10.70	12.70	23.30	30.00	23.30	3.43	1.268
İfade 15	600	24.50	23.50	39.80	9.20	3.00	2.43	1.049
İfade 16	600	3.50	5.20	17.00	32.00	42.30	4.04	1.056
İfade 17	600	3.20	5.00	14.50	32.00	45.30	4.11	1.036
İfade 18	600	2.80	4.00	9.80	9.00	74.40	4.48	1.014
İfade 19	600	16.30	22.70	35.80	21.70	3.50	2.73	1.081
İfade 20	600	8.20	16.20	15.50	33.80	26.30	3.54	1.261
İfade 21	600	6.50	9.20	25.50	28.50	30.30	3.67	1.185
İfade 22	600	7.50	12.70	14.50	24.80	40.50	3.78	1.299

(1): Kesinlikle Katılmıyorum; (2): Katılmıyorum; (3): Fikrim Yok; (4): Katılıyorum; (5): Kesinlikle Katılıyorum

Sonuç olarak, son yıllarda tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de fonksiyonel gıdalara olan talep artış göstermektedir. Günümüzde bilgiye erişimin oldukça kolaylaşmasından ötürü, tüketicilerin sağlık açısından önem taşıyan bu ürünlere yönelik farkındalık seviyeleri artarken, başta Japonya, ABD ve AB ülkeleri olmak üzere, dünya genelinde fonksiyonel gıda pazarı giderek genişlemektedir. Probiyotik ürünler fonksiyonel gıdalar arasında önemli bir yere sahip olup, tüketiciler tarafından en çok tercih edilen fonksiyonel ürünler arasında yer almaktadır.

Bu çalışmada, TR63 Bölgesinde yer alan Hatay, Kahramanmaraş ve Osmaniye illerinde yaşayan tüketicilerin probiyotik ürünler hakkındaki bilgi düzeylerinin, tutumlarının ve bu ürünler hakkındaki algılamalarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, tüketicilerin büyük bir bölümünün (%85.30) probiyotik gıdalardan haberdar olduğu ve yarıdan fazlasının (%66.80) probiyotik gıdaları satın aldıkları belirlenmiştir. Tüketicilerin %58.60'ı probiyotik gıdalar hakkındaki bilgi seviyelerinin "iyi veya çok iyi seviyede" olduğunu belirtmiştir.

Tüketim sıklığı açısından, sırasıyla "peynir, yoğurt, ayran,

elma sirkesi, salatalık ve lahana turşusu" tüketicilerin en sık tükettiği probiyotik ürünler olarak öne çıkarken, "hap formundaki probiyotik takviyeler, boza ve kombu çayı" ise en az tüketilen ürünler olarak belirlenmiştir.

Tüketicilerin %83.40'ı evde yapılan probiyotik gıdaların daha sağlıklı olduğunu düşünürken, %74.80'inin evde en az bir çeşit probiyotik gıda ürettiği belirlenmiştir. Tüketicilerin evde en çok ürettikleri probiyotik gıdalar sırasıyla; yoğurt (%62.66), ayran (%57.66), lahana/salatalık turşusu (%40.00) ve kefir (%19.33) şeklindedir.

Tüketicilerin probiyotik gıdaların sağlığa yararları hakkındaki algılamalarının oldukça yüksek olduğu ve bu ürünlere güvendikleri belirlenirken, hap formunda satılan probiyotik gıda takviyelerine karşı yarar algılarının ise göreceli olarak daha düşük olduğu belirlenmiştir. Araştırmada ayrıca, tüketicilerin probiyotik gıdaları satın almaya genel olarak gönüllü oldukları belirlenirken, fiyatlarının daha düşük olması durumunda daha fazla satın almak istedikleri araştırma kapsamında ulaşılan bir diğer sonuçtur.

Sonuç olarak, araştırmaya katılan tüketicilerin büyük bir çoğunluğunun probiyotik gıdalar hakkındaki

farkındalıklarının genel olarak yüksek olduğu, söz konusu ürünlere oldukça olumlu yaklaşımları ve evde üretilen probiyotik gıdalara daha fazla güvendikleri belirlenmiştir. Fermente süt ürünlerine dayalı probiyotik gıdalar, Türkiye'nin de içinde yer aldığı Doğu Avrupa coğrafyasında, diğer fonksiyonel gıdalara nazaran daha fazla tüketilen ve hızla büyüyen bir pazardır. Bu anlamda, gerek iç pazarın desteklenmesi, gerekse söz konusu ürünlerin ihracatının artırılmasına yönelik olarak, süt ve süt ürünleri üretiminin desteklenmesi sektörün gelişimi açısından önem taşımaktadır. Bununla birlikte, probiyotik ürünlerin yararları hakkında tanıtım çalışmalarının yürütülmesi ve ürün ambalajlarına bilgilendirici metinlerin ilave edilmesi, probiyotik ürünlerin yararları hakkında toplumsal bilincin yükselmesine ve tüketimin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, TR63-Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye illerinde yaşayan tüketicilerin probiyotik gıdalara yönelik bilgi düzeyleri, tutumları, davranışları ve tüketim eğilimlerini tespit etmektir.

Yöntem ve Bulgular: Bu amaçla, TR63 Bölgesinde 600 tüketici ile anket çalışması yapılarak, tüketicilerin probiyotik ürünler hakkındaki genel tutum ve davranışları belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, tüketicilerin probiyotik gıdaları satın alma oranları yüksek olmakla birlikte (%66.80), evde yapılan probiyotik ürünleri daha sağlıklı buldukları belirlenmiştir. Araştırma kapsamında görüşülen tüketicilerin %74.80'i evde en az bir çeşit probiyotik ürün ürettiği belirlenmiş olup, evde en çok üretilen ürünler sırasıyla, yoğurt, ayran, lahana/salatalık turşusu ve kefiridir.

Genel Yorum: Son yıllarda dünyada olduğu gibi Türkiye'de de tüketicilerin fonksiyonel ürünlere olan talebinde artış yaşanmaktadır. Günümüzde sağlıklı bir yaşam sürdürmek ve artan sağlık problemlerini önlemek için tüketiciler fonksiyonel ürünlere yönelmektedirler. Probiyotik ürünler, fonksiyonel ürünler arasında önemli bir yere sahip olup, tüketiciler tarafından en çok tüketilen fonksiyonel ürünlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, tüketicilerin probiyotik gıdaların yararları hakkındaki farkındalıklarının yüksek olduğu ve bu ürünleri güvenerek tükettikleri belirlenmiştir. Bu sonuçların yanı sıra, fiyatlarının daha ucuz olması halinde tüketicilerin daha fazla probiyotik gıda ürünü satın almaya gönüllü oldukları belirlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Araştırma kapsamında elde edilen bulgular ile tüketicilerin probiyotik ürünlerde

tercihleri, öncelikleri ve tüketim sıklıkları belirlenmiş olup, araştırmada elde edilen bulgular ile söz konusu ürünlerin tüketiminin artırılması ve pazarlama olanaklarının geliştirilmesine yönelik gıda sanayisine ve hızla büyüyen fonksiyonel gıda ürünleri pazarına katkı sağlanması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel gıda, probiyotik ürün, tüketici, tutum, davranış.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma; Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP) tarafından desteklenen "Tüketicilerin Probiyotik Ürünlere Yönelik Algı ve Yaklaşımları: TR63 Bölgesi Örneği" başlıklı (Proje No: 21.GAP.002) projeden elde edilen verilerden hazırlanmıştır. Araştırmaya verdikleri mali destekten dolayı Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi-Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine, anket çalışmalarına yapmış olduğu katkılardan ötürü Selcen ÇELİK'e teşekkür ederim.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akay, D (2020) Ev yoğurdu probiyotik mi? Dışarıdan probiyotik desteği almalı mıyız? (Erişim: <https://www.aloeverauyelik.com/lrurunleri/ev-yogurdu-probiyotik-lr-pro-12/>).
- Aksu FY, Altunatmaz SS, Kahraman T (2010) Probiotic foods and their effects on human health. ABMYO Journal 19: 90-94.
- Altındış M, İnci MB, Elmas B, Şahin EÖ, Kahraman EP, Karagöz R, Küçükpara G, Altındış S (2018) Aile hekimleri, pediatristler ve eczacıların probiyotik kullanımları hakkında bilgi, tutum ve davranışları. Journal of BSHR 2(2): 108-116.
- Annunziata A, Vecchio R (2013) Consumer perception of functional foods: A conjoint analysis with probiotics. Food Qual. Prefer. 28: 348-355.
- Banes NÇ (2016) Probiyotik mi paramatik mi? (Erişim: <https://www.haberturk.com/yazarlar/neva-ciftcioglu-banes/1240037-probiyotik-mi-paramatik-mi>).

- Boluda K, Capilla V (2017) Consumer attitudes in the election of functional foods. *Spanish Journal of Marketing – ESIC* 21(1): 65-79.
- Carvalho NB, Costa TMT, Ferreira MAM, Simiqueli AA, Minim VPR (2014) Consumer attitude regarding products Containing probiotics. *Ciência Rural, Santa Maria*, v.44, n.7, p.1319-1326.
- Churchill GA (1995). *Marketing research: methodological foundations*, the dryden press, harcourt brace college publishers, sixth edition.
- Çelik H, Çelik AD, Hayran S, Gül A (2021) Fonksiyonel gıdalara yönelik üniversite öğrencilerinin bilgi düzeyleri ve tüketim eğilimleri: Çukurova Üniversitesi örneği. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 9(7): 1242-1249.
- Di Pasquale J, Adinolfi F, Capitanio F (2011) Analysis of consumer attitudes and consumers willingness to pay for functional foods. *Int. J. Food Syst. Dyn.* 2(2): 181-193.
- Eser AG (2017) Probiyotikler konusunda tüketicilerin ilgi ve kanaatleri (Çanakkale-Biga Örneği). *Van Veterinary Journal* 28(1): 25-30.
- Gök İ, Ulu EK (2018) Functional foods in Turkey: marketing, consumer awareness and regulatory aspects. *Nutr. Food Sci.* 49(4): 1-19 .
- IPA (2020) European probiotic market insights – 2019. Europe-international probiotics association. (Access: <https://www.ipaeurope.org/wp-content/uploads/2020/07/2019-Probiotic-Market-Insight.pdf>).
- Iwatani S, Yamamoto N (2019) Functional food products in Japan: a review. *Food Sci. Hum. Wellness* 8(2): 96-101.
- Jeżewska-Zychowicz M (2009) Impact of beliefs and attitudes on young consumers' willingness to use functional food. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 59(2): 183-187.
- Kağan DA, Özlü T, Yurttaş H (2019) Yetişkin bireylerin probiyotik gıdaları bilme ve tüketme durumları üzerine bir araştırma. *EJOSAT* 17: 556-563.
- Karagöz Y, Ekici S (2004) Sosyal bilimlerde yapılan uygulamalı araştırmalarda kullanılan istatistiksel teknikler ve ölçekler. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 5(1): 25-43.
- Mordor Intelligence (2022). Europe probiotics market-growth, trends, covid-19 impact, and forecasts (2022 - 2027). (Access: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-probiotics-market-industry>).
- Özden A (2013) Probiyotik: “sağlıklı yaşam için yararlı dost bakteriler”. *Güncel gastroenteroloji*; 17/1. (Erişim: <https://guncel.tgv.org.tr/journal/44/pdf/100106.pdf>).
- Özgül AA, Bozat C, Seziş M, Badur Y, Özcan ÖÖ, Sarıyer ET, Çevik E, Çolak H, Karahan M (2020) Çalışma hayatındaki bireylerin probiyotik besinler hakkındaki bilgi düzeyi ve tüketim durumlarının belirlenmesi. *IGUSABDER* 12: 365-378.
- Perker BC, Yalçın E (2011) Yeni ürünün pazara sunulmasında markanın önemi ve probiyotik yoğurt pazarı üzerine bir uygulama. *İşletme Fakültesi Dergisi* 12(2): 243-259.
- Sezgin D (2020) Developments and regulations about functional foods in Turkey: a literature review. *Akademik Gıda* 18(1): 79-86.
- TÜİK (2020) Türkiye istatistik kurumu, istatistik veri portalı. (Erişim: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>).
- Urala N, Lahteenmaki L (2003) Reasons Behind Consumers' Functional Food Choices. *Nutr. Food Sci.* 33(4): 148-158.
- Uymaz B (2010) Probiyotikler ve kullanım alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 16(1): 95-104.
- Viana JV, Cruz AG, Zoellner SS, Silva R, Batista ALD (2008) Probiotic foods: consumer perception and attitudes. *Int. J. Food Sci. Technol.* 43: 1577-1580.
- Yabancı N, Şimşek I (2007) Üniversite öğrencilerinin probiyotik ürün tüketim durumları. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni* 6(6): 449-454.



Şanlıurfa ilinde antepfıstığında *Agonoscena pistaciae* Burc.&Laut. (Hemiptera; Psyllidae)'nin ergin populasyon değişiminin farklı örnekleme yöntemleri ile belirlenmesi

Determination of adult population density of *Agonoscena pistaciae* Burc.&Laut. (Hemiptera:Psyllidae)' on pistachio trees in Şanlıurfa province by different methods

Mehmet Ali SAĞIROĞLU¹ , Kamuran KAYA² 

¹Poler Tarım, Şanlıurfa.

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Antakya, Hatay.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1083573](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1083573)

Geliş tarihi /Received:07.03.2022

Kabul tarihi/Accepted:27.04.2022

Keywords:

Agonoscena pistaciae, population density, yellow sticky trap, beating method.

✉ Corresponding author: Kamuran KAYA

✉: kkaya@mku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: With this study, which was carried out in two pistachio orchards (Karaköprü-1 and Karaköprü-2) in Karaköprü district of Şanlıurfa province in 2019-2020, it was aimed to determine the adult population changes of Pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae*, which is the main pest in the pistachio orchards, by beating and yellow sticky trap (SYT) methods.

Methods and Results: Counts were made in weekly periods with 10 trees from each orchard which were chosen for both sampling methods. In the graphs plotted by data obtained, similar population curves were observed in both orchards for two different sampling methods. However, curves obtained from yellow sticky traps indicate a higher population than the curves obtained from beating method. This difference was found to be significant in the statistical analysis. The first adults were seen in 04/28/2019 in the first year and in 05/03/2020 in the second year in both orchards and sampling methods. In the first year, the highest population level was found in 09/01/2019 in orchards Karaköprü-1 and 2 as 100.3 adult/SYT, 119.3 adult/SYT, and 84 adult/beating, 92.5 adult/beating, respectively. In the second year, similar population densities were determined in the samplings achieved by yellow sticky trap and beating in the same orchards and population levels.

Conclusions With this study, it was concluded that yellow sticky traps are able to determine changes in the population as accurately as beating method, a classical method, in the studies which monitor the adult population movements with *A. pistaciae*. The fact that the numerical difference between the samples obtained by the two sampling methods is statistically significant shows that the yellow sticky traps are promising tools in terms of being used within the scope of biotechnical methods within the integrated control methods.

Significance and Impact of the Study: It is considered that the effectiveness of yellow sticky trap to catch *A. pistaciae* adults can be increased with new studies by using yellow sticky traps alone or in combination with some other methods. With these studies, trapping *A. pistaciae* adults in mass and thus keeping their populations below the Economic Damage Threshold or at least reducing the number of pesticide applications will ensure that these studies have achieved their purpose.

GİRİŞ

Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.), sakız ağacıgiller (Anacardiaceae) familyasından olup yenebilen kabuklu meyve veren bir bitki türüdür. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Türkiye için antepfıstığının en önemli gen merkezlerinden biridir. Kültüre alınışından itibaren antepfıstığı üretimi ülkemizde hızla artmış ve ihracatta önemli oranda döviz kaynağı yaratan bir ürün haline gelmiştir (Yavuz ve ark., 2016; Anonim, 2012). Antepfıstığı yetiştiriciliği doğada kendiliğinden yetişen ve kültür çeşitlerine anaç olarak kullanılan melengiç (*Pistacia terebinthus* Linnaeus), buttum (*Pistacia khinjuk* Stocks) ve Atlantik sakızı (*Pistacia atlantica* Desf.) türlerinden elde edilen çöğürlerin bahçelere dikilmesi; bunların tohumlarının ekilmesi ile elde edilen çöğürlerin aşılması veya doğada bu türlerin mevcut yabancılarının doğrudan aşılmasıyla da yapılabilmektedir (Şimşek ve Bolu, 2016). Bu nedenle ülkemiz, gen merkezi olmasının yanında, yabancı ağaç miktarı yönünden de zengin bir potansiyele sahip olması ve antepfıstığının toprak ve iklim istekleri bakımından diğer meyve türlerine göre daha az seçici olması nedenleri ile de özel bir konuma sahiptir (Tunalıoğlu ve Taşkaya, 2003).

Dünya antepfıstığı üretiminin yaklaşık % 91.1'lik kısmı, İran, ABD, Türkiye ve Çin olmak üzere önde gelen dört ülke tarafından sağlanmaktadır (FAO, 2020) ve İran dünya antepfıstığı üretiminin %52.1'ini elinde bulundurmaktadır. Türkiye'nin 56 ilinde antepfıstığı yetiştiriciliğine rastlanmakla beraber ekonomik anlamda yetiştiricilik, ülkemizin antepfıstığı ağaçlarının %90'ının bulunduğu Gaziantep, Şanlıurfa, Adıyaman, Kahramanmaraş ve Siirt illerinde yapılmaktadır (Anonim, 2012; Ertürk ve ark., 2015; Yavuz ve ark., 2016).

Şanlıurfa ve Gaziantep illerinin gerek ağaç varlıkları gerekse üretim miktarları bakımından hemen hemen ilk sırayı paylaştıkları görülmekle birlikte, 2019 verilerine göre üretim miktarları ülke genelinde oldukça düşmüş ve Şanlıurfa 31.931 ton ile en fazla üretimi gerçekleştirmiştir. Şanlıurfa iline bağlı ilçeler içerisinde ise Birecik, Karaköprü, Bozova ve Halfeti ilçeleri antepfıstığı üretiminde en önemli dört ilçedir (Anonim, 2021).

Antepfıstığı üretiminde verim ve kaliteyi etkileyen pek çok faktörden biri de zararlı böceklerdir. Bu türler içerisinde psillalar verim ve kaliteyi etkileyen en önemli zararlılar içerisinde yer almaktadır (Kavak ve Özgen, 2018). Antepfıstığı bahçelerinde pek çok zararlı böcek türü bulunmakla birlikte, ana zararlı durumunda olan tür Antepfıstığı psillidi, *Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer, 1989 (Hemiptera:Psyllidae), bu faktörlerden biri olarak önemli bir yere sahiptir (Anonim, 2011;

Mamay ve Şimşek, 2017; Mamay ve Mutlu, 2019; Özgen ve ark., 2013; Özgen ve ark.,2020; Sabuncu ve ark., 2021). Bu tür son yıllarda Şanlıurfa ve Siirt illeri antepfıstığı alanlarında önemli zararlar oluşturmuş, mücadelesine yönelik olarak zararlının popülasyonu takip altına alınmıştır (Özgen ve ark., 2013; Özgen ve ark.,2020) . Zararlı ilk defa Kiriukhin (1946) tarafından İran'da bulunan yabancı ve kültürü yapılan fıstık ağaçlarında bildirilmiştir. Zararlının farklı habitatlara ve konukçu bitkilere adaptasyon kabiliyetinin olması, yüksek üreme gücü ve dağılıma kapasitesinin olması yanında sentetik insektisitlere direnç geliştirmesi kontrolünü güçleştirmektedir (Mehrnejad, 2020). Bunun yanında ağaçların çekirdek gelişim döneminde *A. pistaciae* popülasyon yoğunluğunun yüksek olması, takip eden üç yıl boyunca ağaçların zayıf düşmesine ve bunun sonucunda verimde ciddi oranda kayıplara yol açmaktadır (Mehrnejad 2001).

A. pistaciae nimfleri yaprak, sürgün ve meyvelerde bitki özsuğunu emerek zarara neden olurlar. Emgi zararı sonucu doku ve organlar zamanla sararıp sonraki aşamalarda da kahverengileşerek dökülmeye başlar. Popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak bitkilerde erken yaprak, çiçek ve meyve dökümüne neden olmaktadır. Bu durum bitkinin zayıf kalmasına, o yılki meyvelerin iç bağlamalarının yetersiz kalmasına ve ertesi yıl meyve oluşturacak olan gözlerin beslenemeyerek dökülmelerine ve bu nedenle de ürün miktarında önemli kayıplara sebep olmaktadır. *A. pistaciae* bitkinin yapraklarında yaptığı emgi sonucunda fumajin oluşturarak hastalık etmenlerinin gelişmesi için de uygun ortam oluşturmaktadır (Bolu ve Kornoşor, 1995; Güçlü ve ark., 1998; Anonim, 2011; Yılmaz, 2019).

Türkiye'de Antepfıstığında zararlı *A. pistaciae*'nin popülasyon gelişimi, mücadelesi ve doğal düşmanlarının belirlenmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır (Bolu ve Kornoşor, 1995; Bolu ve ark., 1999; Kaplan ve Çınar, 2000; Bolu, 2002; Bolu, 2004; Sertkaya, 2016; Yılmaz, 2019; Özgen ve ark., 2013; Özgen ve ark.,2020). Zararlı ile yapılan çalışmalarda sarı yapışkan tuzakların (SYT) kullanımı yurt dışında bulunan bazı araştırmacılar tarafından uygulanmış olmakla birlikte, ülkemizde ancak son yıllarda yapılan çok sınırlı sayıda çalışmada görülmektedir (Özgen ve ark., 2013; Kavak ve ark., 2020). Hadian ve Seyedoleslami (2001) de antepfıstığı psyllidi *A. pistaciae*'nin ergin popülasyon yoğunluğu ve eşey oranını belirlemek için sarı yapışkan tuzakları (SYT) kullanmış ve SYT'in mevsimsel popülasyon çalışmaları için önemli olduğunu bildirmişlerdir. Seyedoleslami ve ark. (2003) İran' da yaptıkları çalışmada *A. pistaciae*'nin ilk ergin çıkışını ve ergin popülasyon yoğunluğunu belirledikleri çalışmalarında SYT'in oldukça etkili

olduklarını bildirmişlerdir. Faezeh ve ark. (2010) İran' da fıstık psyllidlerinin populasyon yoğunluklarının bölgelere göre değişiklik gösterip göstermediğini SYT asarak Nisan ve Ekim ayları arasında periyodik sayımlar yaparak gözlemlemişlerdir. Her iki çalışmada da sonuç olarak SYT'ın *A. pistaciae* erginlerini yakalamada oldukça etkili oldukları bildirilmiştir. Kosovaeri ve ark. (2014) ise bir firma tarafından üretilen yeni bir feromon formülasyonunun (CacPyr attractants for Psyllids) armut ve antep fıstığının önemli zararlılarından olan *Cacopsylla pyri* (Linnaeus, 1761) (Hemiptera: Psyllidae) ve *A. pistaciae*'ye karşı etkilerinin saptanması amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, bu formülasyonu, feromon+ sarı yapışkan tuzak, feromon+ delta tuzak ve yalnızca sarı yapışkan tuzak (kontrol) kombinasyonlarını kullanarak çalışmışlardır. Sonuç olarak her iki zararlı içinde tek başına sarı yapışkan tuzak karakterinin diğer kombinasyonlara göre en yüksek bireyi yakaladığı ve istatistiksel olarak da farklı önemde olduğunu saptamışlardır. Ülkemizde ise Dilmen ve Özgökçe (2020), 2017-2018 yıllarında Siirt ilinin üç farklı ilçesinde *A. pistaciae*'nin popülasyon değişimini çalışmış ve sarı yapışkan tuzaklara yakalanan ergin populasyon yoğunluğunun 11 Ekim 2018 tarihinde ortalama 15000 bireye ulaştığını rapor etmişlerdir.

SYT'lar doğrudan zararlılarla mücadele amaçlı kullanılabilir gibi, monitör amaçlı olarak zararlıların bulunuşu, yoğunlukları ve göçlerinin izlenmesi, biyolojilerinin incelenmesi, mücadele zamanlarının doğru olarak belirlenmesi ve böcek populasyonlarının yayılış zamanını önceden belirleyerek erken uyarıda bulunabilmek amaçları ile de kullanılabilir (Durmuşoğlu ve ark., 2009; Horton, 1999; Özgen ve ark., 2013; Sertkaya ve Yılmaz, 2017; Özgen ve ark., 2020). Bugüne kadar sarı yapışkan tuzakların *Bactrocera oleae* (Gmel.), *Ceratitis capitata* (Wied.), *Rhagoletis cerasi* Loew (Diptera; Tephritidae), *Liriomyza* spp. (Diptera;

Agromyzidae), beyazsinekler (Hemiptera; Aleyrodidae), cüce ağustos böcekleri (Hemiptera; Cicadellidae) ve yaprakbitleri (Hemiptera; Aphididae) gibi zararlılarla mücadelede yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir (Öncüer ve Durmuşoğlu, 2008). Bunun yanında *C. pyri* ve *Cacopsylla pyricola* (Foerster, 1848) (Hemiptera: Psyllidae) türlerinin populasyon yoğunluğunun takibi ile ilgili bazı çalışmalarda da sarı yapışkan tuzaklar kullanılmıştır. (Krysan ve Horton 1991, Civolani ve Pasqualini 2003).

Bu çalışmada antepfıstığı üretim alanlarının ana zararlısı durumunda olan *Agonoscena pistaciae*'nin örneklemede klasik darbe yöntemi ile sarı yapışkan tuzak kullanımının karşılaştırılması ve bu yöntemlerden sarı yapışkan tuzakların zararlıya karşı biyoteknik ve entegre mücadele kapsamında kullanım potansiyelinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Şanlıurfa ilinin antepfıstığı üretimi bakımından en önemli ilçelerinden biri olan Karaköprü'de belirlenen 15-16 yaşlarında, yaklaşık 90 ağaç bulunan ve çalışma boyunca kimyasal ilaç uygulaması yapılmayan iki farklı bahçede yürütülmüştür. Bahçelerde ergin birey örnekleme için iki farklı yöntem kullanılmıştır.

Çalışmanın ana materyallerini antepfıstığı psillidi, *Agonoscena pistaciae* Burc.&Laut. (Hemiptera:Psyllidae) ile bulaşık olan iki bahçe ile, bu bahçelerde bulunan antepfıstığı psillidinin ergin bireyleri ve bu bireylerin örneklemede kullanılan SYT'lar ile japon şemsiyesi oluşturmuştur. Ayrıca, örnekleme sırasında kullanılan emgi tüpü, ependorf tüp, alkol vb. diğer materyaller arasında yer almıştır.

Çalışma Şanlıurfa'nın Karaköprü ilçesine bağlı Örcünlü Köyü'nde bulunan Karaköprü-1 ve Karaköprü-2 olarak kodlanan bahçelerde gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışma yapılan bahçeler ile ilgili bilgiler

Table 1. Informations about the studied orchards

Bahçe	Karaköprü-1	Karaköprü-2
Koordinat bilgileri	37°11'16.9"N 38°34'45.8"E	37°11'44.0"N 38°35'06.1"E
Alan (dekar)	3	2,5
Rakım (m)	750	803
Sayı	90	90
Çeşit	karişik	karişik
Yaş	15-16	15-16

Sarı yapışkan tuzaklar (SYT) ile örnekleme

Her bir bahçeye Nisan ayı başlangıcından itibaren bahçeyi temsil edecek şekilde farklı noktalardan seçilmiş olan 10 adet ağacın yerden yaklaşık 1 m yükseklikteki 4 farklı yönünde bulunan birer dalına 20x25 cm ebatlarında olmak üzere toplamda 40 adet sarı yapışkan tuzak asılmıştır (Şekil 1). Tuzaklarda bulunan *A. pistaciae* ergin bireyleri haftalık olarak sayılarak yakalanan ergin bireylerin sayıları kaydedilmiş ve kirlenen tuzaklar yenisi ile değiştirilmiştir.



Şekil 1. Sarı yapışkan tuzaklarla örnekleme

Figure 2. Sampling with yellow sticky traps



Şekil 2. Darbe yöntemi ile örnekleme
Figure 2. Sampling with beating method

Darbe metodu ile örnekleme

Her bir bahçede bahçeyi temsil edecek şekilde farklı noktalardan ve sarı yapışkan tuzakların asılı olmadığı 10 ağaç seçilerek numaralandırılmış ve Nisan ayı başlangıcından itibaren bu ağaçlarda haftalık olarak örnekleme yapılmıştır. Ağaçların her bir yönünde bir dala 1 darbe olmak üzere toplamda 40 darbe vurularak *A. pistaciae* ergin bireylerinin japon şemsiyesi üzerine düşmesi sağlanmış ve sayımları yapılarak kaydedilmiştir (Şekil 2).

Çalışmanın yürütüldüğü bahçelerden alınan ergin birey örneklerinin tür teşhisi, Dr. Daniel BURCKHARDT (Naturhistorisches Müzesi, Basel-İsviçre) tarafından yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler, SPSS paket programı kullanılarak bağımsız t-testi ile analiz edilmiştir. (SPSS, 2012).

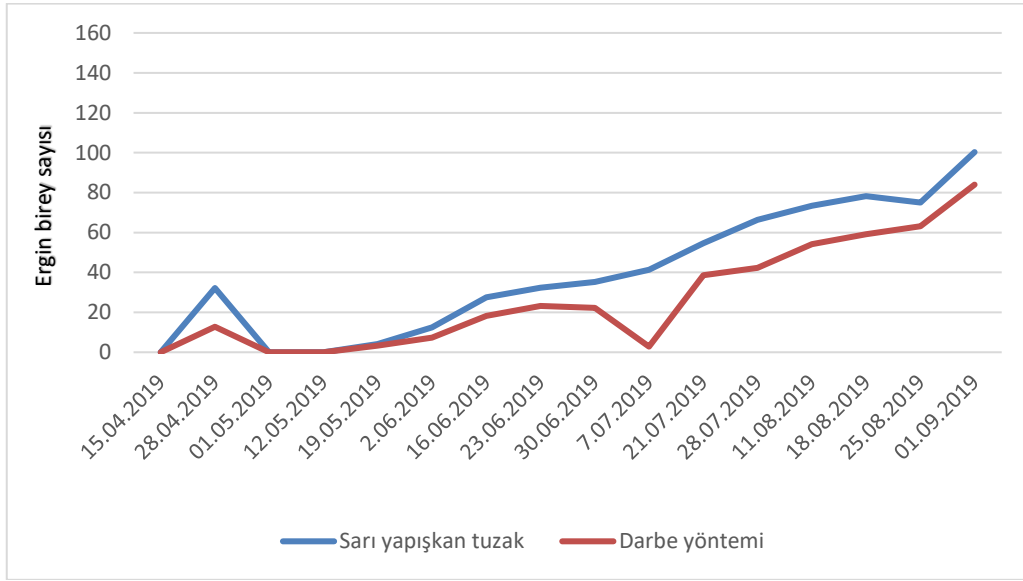
BULGULAR ve TARTIŞMA***Agonoscena pistaciae* ergin bireylerinin 2019 yılı popülasyon değişimleri**

Çalışmanın yürütüldüğü 2019 yılında Karaköprü-1 ve Karaköprü-2 bahçelerinden elde edilen veriler ile oluşturulan *A. pistaciae* ergin bireylerinin popülasyon değişimleri Şekil 3 ve 4' de verilmiştir.

Şekil 3 ve 4 incelendiğinde 2019 yılında her iki bahçede de her iki örnekleme yönteminin benzer popülasyon eğrileri oluşturduğu görülmektedir. *Agonoscena pistaciae* ergin birey örnekleme için klasik bir yöntem olarak bilinen japon şemsiyesi kullanılarak yapılan darbe yönteminden elde edilen sonuçlar, oransal olarak sarı

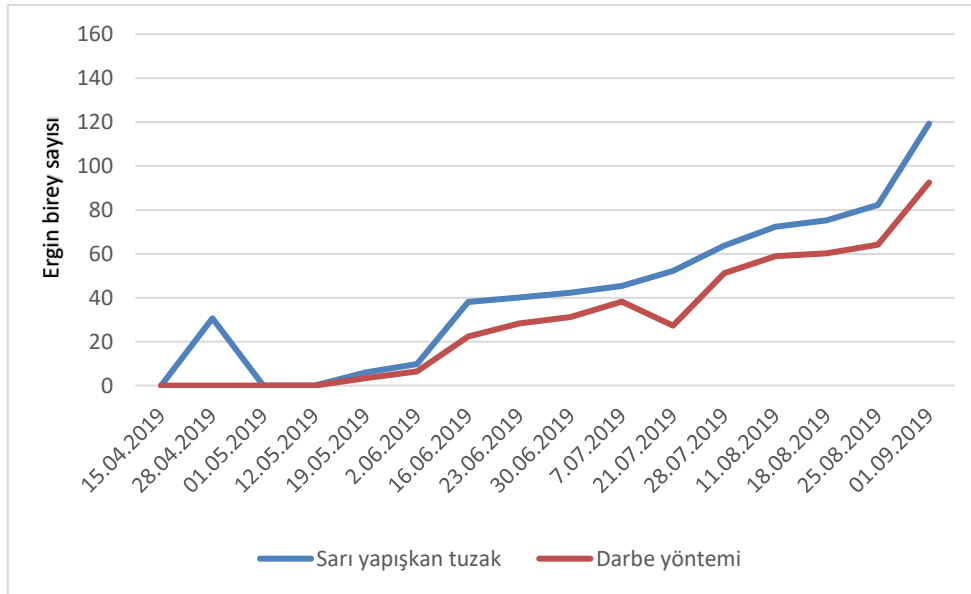
yapışkan tuzaklardan elde edilen sonuçlardan daha düşük bir popülasyon yoğunluğunu ifade etmekte

birlikte, her iki yılda da popülasyon eğrilerinin benzer ve birbiri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3. Karaköprü-1 bahçesinde 2019 yılında, sarı yapışkan tuzak ve darbe yöntemi ile yapılan sayımlar sonucu elde edilen *A. pistaciae* ergin popülasyon değişimi

Figure 3. Adult population change of *A. pistaciae* monitoring by yellow sticky trap and beating method in orchard Karaköprü-1 in 2019



Şekil 4. Karaköprü-2 bahçesinde 2019 yılında, sarı yapışkan tuzak ve darbe yöntemi ile yapılan sayımlar sonucu elde edilen *A. pistaciae* ergin popülasyon değişimi

Figure 4. Adult population change of *A. pistaciae* monitoring by yellow sticky trap and beating method in orchard Karaköprü-2 in 2019

Çalışma yapılan bahçelerde ilk erginler 28.04.2019 tarihinde görülmüş olmasına rağmen 01.05.2019 tarihinde meydana gelen aşırı yağışlar nedeniyle zararlıya rastlanmamış ve yağışların ağaçlarda meydana getirdiği yoğun sürgün ve yaprak tahribatı nedeniyle bir sonraki hafta da yine zararlı bulunamamıştır. Takip eden

haftalarda yapılan sayımlarda popülasyonun özellikle haziran ayı sonundan itibaren artış gösterdiği belirlenmiştir. Her iki bahçede de en yüksek popülasyon düzeyi 01.09.2019 tarihinde meydana gelmiş olup, sarı yapışkan tuzak (SYT) örnekleme için Karaköprü-1 ve Karaköprü-2 bahçelerinde sırası ile 100.3 ergin birey/SYT

ve 119.3 ergin birey/SYT olmuş, darbe yönteminde ise bu sayılar yine sırasıyla 84 ergin birey/darbe ve 92.5 ergin birey/darbe olmuştur. Bu tarihten sonra yine yağışlarla birlikte popülasyon sıfır düzeyine inmiştir. Sayımlar boyunca her iki yöntem için meydana gelen popülasyon değişim hareketlerinin birbiriyle paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Hasadın Eylül ayının ikinci haftasından itibaren yapılmasıyla birlikte sayımlara son verilmiştir.

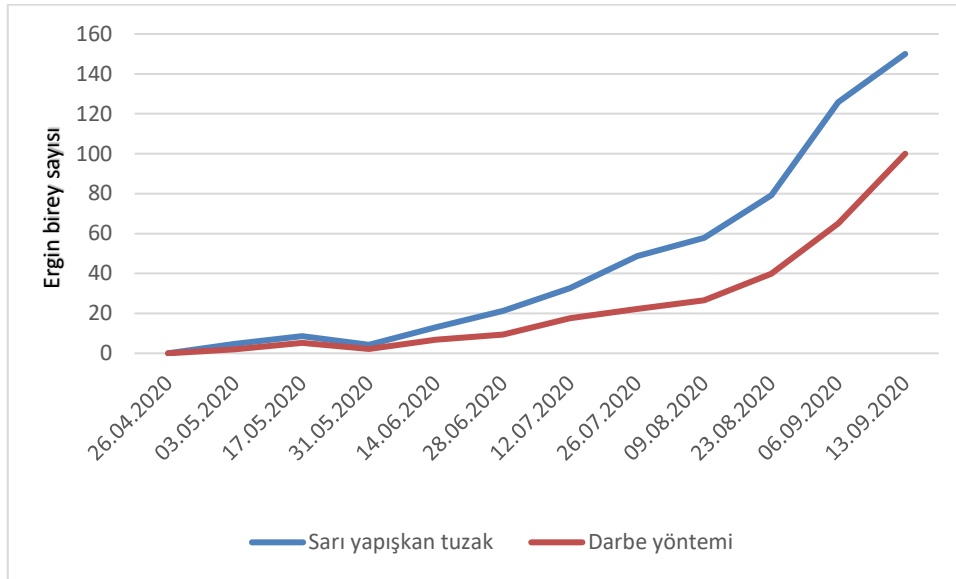
***Agonoscena pistaciae* ergin bireylerinin 2020 yılı popülasyon değişimleri**

Çalışmanın yürütüldüğü 2020 yılında Karaköprü-1 ve Karaköprü-2 bahçelerinden elde edilen veriler ile

oluşturulan *A. pistaciae* ergin bireylerinin popülasyon değişimi Şekil 5 ve 6 da verilmiştir.

Agonoscena pistaciae popülasyonu 2020 yılında önceki yıla göre daha geç bir tarihte başlamış olup, bu duruma yağışların mayıs ayına kadar devam etmiş olmasının sebep olduğu düşünülmektedir.

Şekil 5 ve 6 incelendiğinde önceki yılda olduğu gibi, darbe ve sarı yapışkan tuzak ile *A. pistaciae* ergin örnekleme yöntemlerinin yine benzer popülasyon eğrileri oluşturdukları görülmektedir.



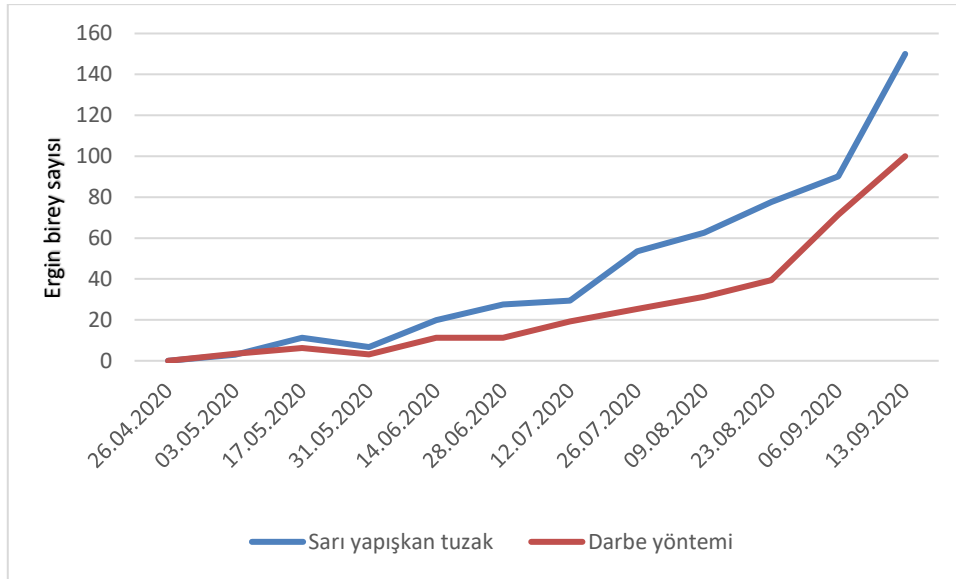
Şekil 5. Karaköprü-1 bahçesinde 2020 yılında, sarı yapışkan tuzak ve darbe yöntemi ile yapılan sayımlar sonucu elde edilen *A. pistaciae* ergin popülasyon değişimi

Figure 5. Adult population change of *A. pistaciae* monitoring by yellow sticky trap and beating method in orchard Karaköprü-1 in 2020

Çalışmanın ikinci yılında örnekleme yapılan bahçelerde ilk sayımlar 26.04.2020 tarihinde başlamış, ancak bu tarihte zararlıya rastlanmamıştır. Zararlıya ilk olarak bu tarihten bir hafta sonra 03.05.2020 tarihinde rastlanmış ve takip eden haftalarda popülasyon yavaş yavaş artmaya başlamış, temmuz ayından itibaren ise bu artış daha hızlı bir şekilde olmuştur. Her iki bahçede de en yüksek popülasyon düzeyi önceki yıl ile karşılaştırıldığında daha geç bir tarihte (13.09.2020) meydana gelmiş olup aynı zamanda bu en yüksek popülasyon düzeyinin önceki yıldan çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Sarı yapışkan tuzak ve darbe örnekleme yöntemleri için sırasıyla >150 ergin birey/SYT ve >100 ergin birey/darbe popülasyon düzeyi her iki bahçe için görüldükten sonra sayımlara devam edilmemiştir. Bu tarihten sonra yine yağışlarla birlikte popülasyon sıfır düzeyine inmiştir. Sayımlar boyunca her iki yöntem için

meydana gelen ergin birey popülasyon değişim hareketlerinin birbiriyle paralellik gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 5 ve 6). Eylül ayının ikinci haftasından itibaren hasat yapılmaya başlanması ile birlikte ise sayımlara son verilmiştir.

Her iki yılda ve her iki bahçede sayımlar ile elde edilen verilerle oluşturulan grafikler incelendiğinde benzer popülasyon eğrileri meydana geldiği görülmektedir. Ancak iki örnekleme yönteminden elde edilen veriler arasında sayısal farklılıklar meydana gelmiş ve sarı yapışkan tuzaklardan elde edilen eğriler her zaman daha yüksek bir popülasyonu ifade etmiştir. Bu farklılığın sebebi ise darbe yönteminin haftanın belirlenen bir gününde her hafta tekrarlanarak o an yaşam alanlarında bulunan bireylerin japon şemsiyesine düşürülmesi ile elde edilen rakamları, sarı yapışkan tuzakların ise bir hafta boyunca uçuşları esnasında cezbedilerek tuzağa



Şekil 6. Karaköprü-2 bahçesinde 2020 yılında, sarı yapışkan tuzak ve darbe yöntemi ile yapılan sayımlar sonucu elde edilen *A. pistaciae* ergin popülasyon değişimi

Figure 6. Adult population change of *A. pistaciae* monitoring by yellow sticky trap and beating method in orchard Karaköprü-2 in 2020

yapışan bireylerin sayısını vermesinden kaynaklanmaktadır.

Darbe ve sarı yapışkan tuzak yöntemlerinden elde edilen verilerin benzer eğriler oluşturmuş olmaları, *A. pistaciae* ile yapılacak olan popülasyon hareketlerinin izlenmesi çalışmalarında sarı yapışkan tuzakların, popülasyonda meydana gelen değişimleri klasik yöntem olan darbe yöntemi kadar doğru bir şekilde belirleyebileceğini göstermektedir. Yapılacak olan çalışmaların niteliği, işgücü ve zaman kullanımı gibi unsurlar göz önüne alındığında, araştırmacı tarafından kullanılacak olan yöntemin seçimi önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada hem darbe ve hem de sarı yapışkan tuzak yöntemleri ile ilk *A. pistaciae* ergin bireyleri 2019 yılında 28 Nisan, 2020 yılında ise 3 Mayıs tarihinde belirlenmiştir. Bolu ve Kornoşor (1995), Kaplan ve Çınar (2000) ve Kaplan ve Çiftçi (2020) *A. pistaciae* ile yaptıkları çalışmalarında ilk ergin çıkışlarını tespit etmek ve ergin bireylerin popülasyon takibini yapmak için darbe yöntemini kullanmışlardır. Bolu ve Kornoşor (1995), Şanlıurfa ilinin Birecik ilçesinde 1993 yılında, çalışma yaptıkları dört bahçede de ilk kışlık erginlerin Nisan ayının başlarında görüldüğünü bildirmişlerdir. Kaplan ve Çınar (2000), Şanlıurfa ili'nde 1996-97 yıllarında ilk kışlayan erginlere nisan ayının ikinci haftasında antepfistiğinin çiçeklenme döneminde rastlandığını, Kaplan ve Çiftçi (2020) de Siirt ilinde Merkez ilçeye bağlı dört bahçede 2015-17 yıllarında yaptıkları çalışmada ilk erginlerin 16 Nisan tarihinde belirlendiğini rapor etmişlerdir. Dilmen ve Özgökçe (2020)'nin yine Siirt ilinde Merkez, Erüh ve Tillo ilçelerinde birer bahçede

2017-18 yıllarında sarı yapışkan tuzak yöntemi ile yapmış oldukları ergin popülasyon takibi çalışmasında ise ilk erginlerin 2017 yılında 27 Nisan, 2018 yılında ise 16 Nisan tarihinde görüldüğünü bildirmişlerdir. Görüldüğü gibi aynı ilde ve aynı yıllarda yapılan çalışmalarda bile ilk ergin çıkış tarihi bakımından küçük farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. Nitekim Bolu ve Kornoşor (1995), yıllara ve yörelere bağlı olarak *A. pistaciae*'nin doğada ilk uçuşlarının Mart ayı ortalarından Nisan ayı ortalarına kadar görülebildiğini bildirmiştir.

Agonoscaena pistaciae ergin popülasyonu her iki bahçede de tepe noktasına 2019 yılında 1 Eylül tarihinde ulaşırken 2020 yılında 13 Eylül tarihinde ulaşmıştır. İlk uçuş tarihleri ile bağlantılı olarak popülasyonun en yüksek düzeye ulaşma tarihlerinde de yıllara ve yörelere göre farklılıklar meydana gelebilmektedir. Nitekim Bolu ve Kornoşor (1995), *A. pistaciae*'nin Şanlıurfa'nın farklı ilçelerine bağlı köylerde ergin popülasyonunun en yüksek seviyesine Ekim ayı içerisinde farklı tarihlerde ulaştığını belirlemiştir. Dilmen ve Özgökçe (2020) ise yaptıkları çalışmada Siirt'in farklı ilçelerinde 2017 yılında Eylül-Kasım arasında, 2018 yılında ise Ekim ayı içerisinde en yüksek popülasyon seviyesine ulaştığını belirtmişlerdir.

Cooper ve ark. (2010) *C. pyri*'nin armudun yeşil yapraklarının mevcut olduğu dönemde sarı ve turuncu rengi tercih ettiğini ancak, ilkbaharda ağaçta tomurcukların henüz patlamadığı dönemde, farklı renklerdeki tuzaklarda yakalanan erginlerin sayısı bakımından aradaki farkın istatistiksel olarak önemli bulunmadığını tespit etmişlerdir. Monzo ve ark. (2015),

Asya narenciye psyllidi, *Diaphorina citri* (Hemiptera:Psyllidae) Kuwayama'nın izlenmesi amacıyla yapmış oldukları çalışmada, sarı yapışkan tuzakları, emme örnekleme, görsel örnekleme ve gövde tıkaçlarını kullanmışlardır. Çalışmada sarı yapışkan tuzakların gövde tıkaçlarına göre 14 kat daha duyarlı olmasına rağmen, zaman alan bir yöntem olduğunu ve çok düşük popülasyon yoğunluklarında verimli olduklarını bildirmişlerdir.

Ülkemizde ise Bozkurt (2015) Ankara ili armut bahçelerinde zararlı *Cacopsylla pyri*'nin alternatif mücadele yöntemleri üzerine yaptığı çalışmasında sarı yapışkan tuzakları kullanmıştır. Sarı yapışkan tuzakların *C. pyri*'nin ilk ergin çıkış zamanını belirlemek, faydalıların aktif olmadığı kışlamış *C. pyri* erginlerinin popülasyonun düşük olduğu erken dönemde zararlının popülasyon büyüklüğünü tahmin etmek ve ilkbaharda tomurcuklar patlamadan önce mücadelesine karar vermek amaçları ile kullanılabileceğini, popülasyon artışı görüldükten sonra tuzakların zararlıyı kontrol altına almaya yetmediğini bildirmiştir.

Kavak ve ark., 2020; Elazığ ilinde armutta zararlı *Cacopsylla pyri* ile mücadelede, 1023 RAL kodlu tuzağın zararlının erginlerini fazla, doğal düşmanlarını ise en az çeken tuzak olduğunu bildirmişlerdir.

Sarı yapışkan tuzakların *A. pistaciae* ergin bireylerini yakalama etkinliğini daha önce bazı araştırmacılar yapmış oldukları çalışmalarda rapor etmişlerdir (Emami ve Yazdani, 1993; Hadian ve Seyedoleslami, 2001; Özgen ve ark., 2013; Özgen ve ark., 2020; Aksu ve ark., 2018). Ancak bu yöntemin geniş alanları kaplayan bahçelerdeki etkinliği hala tam olarak bilinmemektedir (Mehrnejad,

2020). Bununla birlikte Kosovaeri ve ark. (2014), bir firma tarafından üretilmiş olan yeni bir feromon formülasyonunu armut ve antep fıstığının önemli zararlılarından olan *C. pyri* ve *A. pistaciae*'ye karşı etkilerinin saptanması amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, feromon + sarı yapışkan tuzak, feromon + delta tuzak ve yalnızca sarı yapışkan tuzak (kontrol) kombinasyonlarını kullanmışlardır. Sonuç olarak her iki zararlı içinde tek başına sarı yapışkan tuzak karakterinin diğer kombinasyonlara göre en yüksek sayıda bireyi yakaladığını ve bu durumun istatistiksel olarak da farklı önemde olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar bu çalışmada denenen CacPyr Attractants for Psyllidae isimli feromon preparatının, *C. pyri* ve *A. pistaciae* için ümitvar bir etkiye sahip olmadığını, bunun yanında çalışmanın sonuçlarını literatür desteği ile birlikte değerlendirdiklerinde biyoteknik yöntemler içerisinde başarılı bir şekilde kullanılan yapışkan renk tuzaklarından sarı yapışkan renk tuzağının *C. pyri* ve *A. pistaciae* türlerine karşı oldukça etkili olduğunu ve pratikte de kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmada sarı yapışkan tuzakların, sarı yapışkan tuzak+feromon kombinasyonundan bile daha etkili bulunmuş olması, *A. pistaciae* ergin bireylerinin kitlesel olarak tuzaklanması çalışmalarında başarı ile kullanılabilceğini göstermektedir.

İki farklı örnekleme yönteminin karşılaştırılması amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen verilerle oluşturulan grafiklerde popülasyon artış hızları ile ilgili olarak benzer eğriler elde edilmiş olsa da, yapılan istatistiksel analizlerde örnekleme yöntemleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Sarı yapışkan ve darbe yöntemi ile elde edilen ortalamaların t-testi ile karşılaştırılması

Table 2. Comparison of means obtained by yellow sticky traps and beating method with t-test

	2019	2020
Sarı Yapışkan Tuzak (SYT)	66.53	90.70
Darbe yöntemi	53.85	58.90
P	0.000	0.000

Örnekleme yöntemleri arasında, ergin birey sayılarının büyüklüğü bakımından istatistik analizde ortaya çıkmış olan bu fark, sarı yapışkan tuzakların entegre mücadele yöntemleri içerisinde biyoteknik yöntemler kapsamında kullanılması bakımından ümitvar olduğunu düşündürmektedir (Özgen ve ark., 2013; Özgen ve ark., 2020; Aksu ve ark., 2018). Bu konuda farklı koddaki renk tuzaklarının Siirt ve Şanlıurfa illerinde yakalama etkinliğine yönelik çalışmalarda; 1016 RAL kodu ve 1016 RAL B kodlu tuzakların geleneksel sarı renk tuzaklarına göre çekim etkinliğinin fazla ve bu zararlının kitlesel yakalanması açısından önemli olduğu belirlenmiştir

(Özgen ve ark., 2013; Özgen ve ark., 2020; Aksu ve ark., 2018).

Ayrıca, Kosovaeri ve ark. (2014)'nin yaptığı çalışmada da sarı yapışkan tuzak karakterinin diğer kombinasyonlara (feromon + sarı yapışkan tuzak ve feromon + delta tuzak) göre en yüksek bireyi yakalaması ve istatistiksel olarak da farklılığın önemli bulunması bu sonucu desteklemektedir.

Her ne kadar sarı yapışkan tuzak yönteminin geniş alanlardaki etkinliği hala tam olarak bilinmiyor olsa da, bu tuzakların *A. pistaciae* ergin bireylerini yakalamadaki etkinliğinin yapılacak yeni çalışmalar ile arttırılabileceği

düşünülmektedir. Gerek bahçe büyüklüklerine göre ideal tuzak sayılarının veya sarının farklı tonlarının belirlenmesi, gerekse daha yeni ve etkili feromonlarla kombinasyonlarının denenerek kitle halinde yakalama etkinliğini artırma çalışmaları yapılmalıdır. Organik ve iyi tarım uygulamalarının önemini her geçen gün arttığı günümüzde bu çalışmalardan alınacak olumlu her sonuç bu konuya katkı sağlayacaktır.

Son yıllarda kimyasal ilaç kullanımının çevre kirliliği ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacı ile alternatif yöntemler geliştirmek için yapılan çalışmalara ağırlık verildiği bilinmektedir. Bu nedenle bu yöntemlerden bir tanesi olarak sarı yapışkan tuzakların tek başına veya diğer bazı yöntemlerle kombine edilerek kullanıma olanaklarının araştırılması ile *A. pistaciae* ergin bireylerinin kitle halinde tuzaklanması ve böylece popülasyonlarının Ekonomik Zarar Eşiği seviyesi altında tutulması veya en azından yapılacak olan ilaçlama sayısının azaltılabilmesi, bu çalışmaların amacına ulaşmış olmasını sağlayacaktır.

Agonoscena pistaciae örneklemede darbe yöntemi yerine sarı yapışkan tuzakların kullanılması ayrıca, darbe sırasında ağaç dallarına sopa ile vurmadan kaynaklanacak olan mekanik zararlanmayı ve bunun beraberinde getirebileceği, diğer ikincil zararlı veya hastalıklara giriş ortamı hazırlaması gibi olumsuzlukları da ortadan kaldıracaktır.

ÖZET

Amaç: Şanlıurfa ilinin Karaköprü ilçesine bağlı iki antepfıstığı bahçesinde (Karaköprü-1 ve Karaköprü-2) 2019-2020 yıllarında yürütülen çalışmada, Antepfıstığı bahçelerinde ana zararlı durumunda olan Antepfıstığı psillidi, *Agonoscena pistaciae*'nin darbe ve sarı yapışkan tuzak (SYT) yöntemleri ile ergin popülasyon yoğunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Herbir bahçede her iki örnekleme yöntemi için seçilen 10'ar ağaçta yapılan sayımlar haftalık periyotlar ile yürütülmüştür. Elde edilen verilerle oluşturulan grafiklerde her iki bahçede de, iki farklı örnekleme yöntemi için benzer popülasyon eğrileri oluşmuş, ancak sarı yapışkan tuzaklardan elde edilen eğriler her zaman darbe yöntemine göre daha yüksek bir popülasyonu ifade etmiştir. Bu farklılık yapılan istatistik analizde önemli bulunmuştur. Çalışma yapılan her iki bahçede ve her iki örnekleme yönteminde ilk erginler ilk yıl 28.04.2019, ikinci yıl ise 03.05.2020 tarihinde görülmüştür. En yüksek popülasyon düzeyi ilk yıl 01.09.2019 tarihinde, Karaköprü-1 ve 2 nolu bahçelerde sırası ile, 100.3 ergin birey/SYT, 119.3 ergin birey/SYT ve 84 ergin birey/darbe, 92.5 ergin birey/darbe olarak

belirlenmiştir. İkinci yıl ise yine aynı bahçelerde yapılmış olan sarı yapışkan tuzak ve darbe örneklemede bahçelerde benzer yoğunluk belirlenmiştir.

Genel Yorum: Çalışma sonucu *A. pistaciae* ile yapılacak olan ergin popülasyon hareketlerinin izlenmesi çalışmalarında sarı yapışkan tuzakların, popülasyonda meydana gelen değişimleri klasik yöntem olan darbe yöntemi kadar doğru bir şekilde belirleyebileceği sonucuna varılmıştır. İki örnekleme yöntemi ile yakalanan örneklerdeki sayısal farklılığın istatistiki olarak önemli bulunması ise sarı yapışkan tuzakların entegre mücadele yöntemleri içerisinde biyoteknik yöntemler kapsamında kullanılması bakımından ümitvar olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Sarı yapışkan tuzakların tek başına veya diğer bazı yöntemlerle kombine edilerek kullanılması ile *A. pistaciae* ergin bireylerini yakalamadaki etkinliğinin yapılacak yeni çalışmalar ile artırılabilirliği düşünülmektedir. Bu çalışmalar ile *A. pistaciae* ergin bireylerinin kitle halinde tuzaklanması ve böylece popülasyonlarının Ekonomik Zarar Eşiği seviyesi altında tutulması veya en azından yapılacak olan ilaçlama sayısının azaltılabilmesi, bu çalışmaların amacına ulaşmış olmasını sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Agonoscena pistaciae*, popülasyon yoğunluğu, sarı yapışkan tuzak, Japon şemsiyesi.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, ilk yazarın Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda kabul edilmiş olan yüksek lisans tez çalışmasından hazırlanmıştır.

Agonoscena pistaciae'nin teşhisini yapan Dr. Daniel BURCKHARDT (Naturhistorisches Müzesi, Basel-İsviçre) 'a teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

Aksu, AA, Yetkin C, Işık Y, Özgen İ (2018) The usability of the yellow sticky traps in pistachio psylla [*Agonoscena pistaciae* Burck. and Laut. (Hemiptera: Aphalaridae)] control. 1. International GAP Agriculture&Livestock Congress 25-27 April, 2018,

- Şanlıurfa, Abstract Book, 358. s.
- Anonim (2011) Antepfıstığı Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 73s.
- Anonim (2012) 2011 yılı Antepfıstığı Raporu. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, Ankara. 11s.
- Anonim (2021) Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>.
- Bolu H, Kornoşor S (1995) Şanlıurfa ilinde iki farklı antepfıstığı çeşidinde *Agonosca pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Homoptera: Psyllidae)'nin popülasyon değişimi. GAP Bölgesi Bitki Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri Sempozyumu, 27-29 Nisan 1995, Şanlıurfa, 165-176.
- Bolu H, Kornoşor S, Altın M (1999) Güneydoğu Anadolu Bölgesi antepfıstıklarında zarar yapan *Agonosca pistaciae* Burck. and Laut. (Homoptera: Psyllidae)'nin popülasyon değişimi üzerine avcı heteroptera türleri ve nimf parazitoidi *Psyllaphagus* sp. (Hymenoptera; Encyrtidae)'nin etkinliklerinin belirlenmesi. Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri, Adana, s.7-18.
- Bolu H (2002) Güneydoğu Anadolu Bölgesi antepfıstığı alanlarındaki böcek ve akar faunasının saptanması. Türk. Entomol. Derg. 26(3): 197-208.
- Bolu H (2004) Güneydoğu Anadolu Bölgesi antepfıstığı alanlarında bulunan avcı Coccinellidae türleri, yayılış alanları ve zararlı *Agonosca pistaciae*'nin popülasyon değişimi üzerine etkileri. Bitki Kor. Bül. 44(1-4): 69-77
- Bozkurt V (2015) Ankara İli Armut Bahçelerinde Zararlı *Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae)'nin Alternatif Mücadele Yöntemlerinin Araştırılması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 132s.
- Civolani S, Pasqualini E (2003) *Cacopsylla pyri* L. (Hom.: Psyllidae) and its Predators Relationship in Italy's Emilia-Romagna Region. J. Appl. Entomol. 127: 214-220.
- Cooper WR, Puterka GJ, Glenn DM (2010) Relative attractiveness of colour traps to pear psylla in relation to seasonal changes in pear phenology. Can. Entomol. 142(2): 188-191.
- Dilmen H, Özgökçe MS (2020) Siirt ili Antep fıstığı (Siirt çeşidi) bahçelerinde *Agonosca pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hemiptera: Psyllidae)'nin popülasyon gelişmesi. Bitki Kor. Bül. 60(3): 47-56.
- Durmuşoğlu E, Salaman M, Civelek HS, Hatipoğlu A, Balci H (2009) Effect of various hues of yellow as sticky trap color on leafminers in cucumber growing greenhouses. Türk. Entomol. Derg. 33(3): 163-170.
- Emami SY, Yazdani A (1993) Response of pistachio psylla to sticking colored traps. In: Proceedings of the 11th Iranian Congress of Plant Pathology, Rasht, Aug 28-Sept 2, 1993: 42.
- Ertürk YE, Geçer MK, Gülsoy E, Yalçın S (2015) Antepfıstığı üretimi ve pazarlaması. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 5(2): 43-62.
- Faezeh N, Mehrnejad MR, Fallahzadeh M (2010) Population dynamics and density of the common pistachio psylla, *Agonosca pistaciae* (Hemiptera: Psyllidae) on two pistachio cultivars, badami-riz zarand and momtaç. Plant Prot. J. 2(3): 209-222.
- FAO (2020) Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Web page: www.fao.org/faostat/en#data/QC) (Erişim tarihi: 19.12.2021).
- Güçlü Ş, Hayat R, Yıldırım E (1998) Meyve, Bağ ve Bazı Süs Bitkileri Zararlıları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:792, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 323, Ders Kitapları Serisi No: 72. 357s.
- Hadian AR, Seyedoleslami H (2001) Efficiency of yellow sticky board traps and limb jarring in the capture of adult pistachio psylla *Agonosca pistaciae* Burckhardt & Lauterer (Hom: Psyllidae). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 6: 159-168.
- Horton DR (1999) Monitoring of Pear psylla for pest management decisions and research. Integrated Pest Management Reviews 4: 1-20.
- Kaplan C, Çınar M (2000) Şanlıurfa ilinde *Agonosca pistaciae* Burk and Laut (Hom:Psyllidae)'nin popülasyon değişimi ve bazı doğal düşmanları (Hemiptera: Anthocoridae, Miridae ve Lygaeidae). Türkiye 4. Entomoloji Kongresi, 12-15 Eylül 2000, Aydın, s.127-135.
- Kaplan C, Çiftçi MC (2020) Siirt ilinde Antepfıstığı Psillidi [*Agonosca pistaciae* Burck. and Laut.] (Hemiptera: Aphalaridae)'nin yayılışı ve popülasyon dinamiğinin belirlenmesi. ISPEC Tarım Bil. Derg. 4(2): 186-200.
- Kavak E, Özgen İ (2018) Psyllidae familyasının ekonomik önemi ve mücadelesi. International Journal of Innovative Engineering Applications 2(1): 15-21.
- Kavak AE, Özgen İ, Güral Y (2020) Armut pisillidi [*Cacopsylla pyri* L. (Hemiptera: Psyllidae)]'ne karşı farklı dalga boylarındaki sarı yapışkan tuzakların çekim etkinliğinin araştırılması. Harran Tarım ve Gıda Bil. Derg. 24(4): 381-390.
- Kiriukhin G (1946) Les insectes nuisibles au pistacier en Iran. (Entomologie et Phytopathologie Appliquees) Applied Entomology and Phytopathology 1: 8-24.

- Kosovaeri M, Kavak H, Kaban Ö, Dursun O (2014) Bazı yaprak psyllidleri (Hemiptera: Psyllidae)'nin mücadelesinde yeni bir feromon preparatının etkisi. Türk. Entomol. Bül. 4(4): 223-229.
- Krysan, JL Horton DR (1991) Seasonality of catch of pear psylla *Cacopsylla pyricola* (Homoptera: Psyllidae) on yellow traps. Environ. Entomol. 20(2): 626-634.
- Mamay M, Mutlu Ç (2019) Optimizing container size and rearing density for rapid and economic mass rearing of *Oenopia conglobata* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Coccinellidae). Turk. J. Entomol. 43(4): 395-408.
- Mamay M, Şimşek E (2017) Harmful and beneficial insect biodiversity in pistachio orchards (*Pistacia vera* L.) in Southeastern Anatolia Region of Turkey. Symposium on EuroAsian Biodiversity (SEAB-2017) 32. <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/179927/1/p67.pdf>
- Mehrnejad MR (2001) The current status of pistachio pests in Iran. Cahiers Options Mediterraneennes 56(1): 315-322.
- Mehrnejad MR (2020) Arthropod pests of pistachios, their natural enemies and management. Plant Protect. Sci. 56(4): 231-260.
- Monzo C, Arevalo HA, Jones MM, Vanaclocha P, Croxton SD, Qureshi JA, Stansly PA (2015) Sampling methods for detection and monitoring of the Asian citrus psyllid (Hemiptera: Psyllidae). Environ. Entomol. 44(3): 780-788.
- Sabuncu Y, Mamay M, Özgen İ (2021) Overwintering insect (Arthropoda: Insecta) biodiversity in pistachio orchards of the Middle Euphrates Valley, Turkey. Harran Tarım ve Gıda Bil. Derg. 25(2): 185-192.
- Sertkaya M (2016) Antepfıstığı Psillidi, *Agonoscena pistaciae* Burck.&Laut. (Hemiptera: Psyllidae)'nin Popülasyon Değişimi ve Mücadelesine Yönelik Gözlemler. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 23s.
- Sertkaya G, Yılmaz M (2017) Hatay İli örtüaltı organik domates yetiştiriciliğinde bazı Begomovirüslerin enfeksiyon oranları ile doğal taşınması ve diğer konukçularının araştırılması. MKU. Tar. Bil. Derg. 22(1): 1-15.
- Seyedoleslami H, Hadian AR, Rezai A (2003) Estimation of population density of first and second instar nymphs of pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* (Hom: Psyllidae) from adult Psylla capture on yellow sticky traps. JWSS - Isfahan University of Technology 1: 223-232.
- SPSS, (2012) IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp
- Şimşek A, Bolu H (2016) Diyarbakır ili Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) alanlarındaki yararlı böcek faunasının belirlenmesi. Bitki Kor. Bül. 56(3): 267-282
- Tunalıoğlu R, Taşkaya B (2003) Antep Fıstığı. TEAE BAKIŞ, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Dergisi, Sayı 2, Nüsha 5, Ankara.
- Öncüer C, Durmuşoğlu E (2008) Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları (Genişletilmiş 6. Baskı). Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları No: 28, Aydın, 472 s.
- Özgen İ, Ayaz T, Mutlu Ç, Bolu, H (2013) The capture effects of yellow stick traps in the different wavelengths to the adults of *Agonoscena pistaciae* Burck.& Laut. (Hemiptera: Psyllidae) from Turkey. Mun. Ent. Zool. 8(1): 486-492.
- Özgen İ, Bolu H, Ayaz T, Koç İ, Mutlu Ç, Altun AA (2020) Determining the efficiency of mass trapping of yellow sticky traps in different wavelengths against pistachio psyllid in Siirt province (*Agonoscena pistaciae* Burck. and Laut. (Hemiptera: Psyllidae)]. International Journal of Innovative Engineering Applications 4(1): 19-29.
- Yavuz MA, Yıldırım H, Onay A (2016) Dünya Antepfıstığı Üretiminde Son On Yılın Değerlendirilmesi. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi; Cilt 6 Sayı 2/2.
- Yılmaz A (2019) Antep Fıstığı Psillidi Olarak Bilinen *Agonoscena pistaciae* Burckhardt & Lauterer (Hemiptera: Psyllidae)'nin Biyolojisi ve Biyolojik Mücadele Ajanlarının Araştırılması. Gaziantep Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 90s.



Domates öz nekrozu hastalığına vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin etkinliğinin belirlenmesi

Determination of the effectiveness of mycorrhiza, vermicompost and fertilization on tomato pith necrosis disease

Neriman KAYA¹ , Ebru KARNEZ² , Benian Pınar AKTEPE³ , Yeşim AYSAN^{1*} 

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, Türkiye.

²Çukurova Üniversitesi, Karaisalı Meslek Yüksek Okulu, Adana, Türkiye.

³Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadiri Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, Osmaniye, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1087472](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1087472)

Geliş tarihi /Received:14.03.2022

Kabul tarihi/Accepted:07.05.2022

Keywords:

Tomato, *Pseudomonas cichorii*,
vermicompost, mycorrhiza, potassium
fertilization.

*Corresponding author: Yeşim AYSAN

✉: aysanys@gmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The effectiveness of single, double and triple combinations of mycorrhizal fungi, vermicompost and potassium fertilization in tomatoes against the Pith Necrosis Disease caused by *Pseudomonas cichorii* were investigated in glass greenhouses with pot experiments

Methods and Results: The vermicompost, prepared at the dose recommended by the producer, was mixed with the soil at the rate of 20%, and seven mycorrhizal fungi species, which were produced in the clover plant, were mixed equally and applied to the planting pit of the tomato seedlings at a rate of 100 g per seedling, in contact with the roots. Potassium sulfate fertilizer prepared at a dose of 300 ppm was given after the tomato seedlings were planted. As a result of this study, all of the applications were successful by suppressing the disease at a rate of 52-74%. The most successful application was the Mycorrhiza application, which suppressed the disease by 74%. Vermicompost application prevented the disease by 71%, vermicompost+mycorrhiza and vermicompost+potassium application by 69% and mycorrhiza+potassium application by 68%. Other successful applications were obtained in triple combination with 62% and potassium fertilization alone with 52%.

Conclusions: It was determined that vermicompost, mycorrhiza and potassium fertilization applied to tomato plants, both alone and in combination, was successful in preventing the Pith Necrosis Disease caused by *Pseudomonas cichorii* between 52-74%. Since there is no chemical control of the Pith Necrosis Disease, plant activators stimulating the resistance mechanisms of plants and applications that enrich the microbial activity of the soil are important in terms of suppressing the disease and it is recommended to include these applications in the integrated control program of the disease.

Significance and Impact of the Study: This study has shown that these applications, which increase soil microbial activity, improve plant nutrient uptake and stimulate resistance to diseases, can be used successfully in the control of Pith Necrosis Disease.

Atif / Citation: Kaya N, Karnez E, Aktepe BP, Aysan Y (2022) Domates öz nekrozu hastalığına vermikompost, mikoriza ve potasyum gübre uygulamalarının etkinliğinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 299-308. DOI: [10.37908/mkutbd.1087472](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1087472)

GİRİŞ

Türkiye'deki sebze üretimi içerisinde ilk sırada yer alan domates bitkisi (*Solanum lycopersicum* L.) içerdiği zengin mineral, vitamin ve lif kaynağı sayesinde en önemli gıdalardan biridir. FAO (Food and Agriculture Organization; Gıda ve Tarım Örgütü) 2020 verilerine göre Türkiye, 13.204.015 ton domates üretimiyle Çin ve Hindistan'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Anonymous, 2022). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nun 2021 bitkisel üretim verilerine göre ülkemizde domates yetiştiriciliği yoğun olarak Akdeniz ve Ege Bölgesinde yapılmakta olup bunu Marmara Bölgesi takip etmektedir (Anonim, 2022). Ülkemizin genelinde açıkta yetiştiricilik yapılırken özellikle Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde örtüaltı yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmaktadır.

Domates yetiştiriciliğinde karşılaşılan fungal, bakteriyel ve viral hastalıklar ciddi verim ve kalite kaybına neden olmaktadır (Aysan ve ark., 2004). *Pseudomonas* cinsine ait bakterilerin neden olduğu Domates Öz Nekrozu Hastalığı karşılaşılan önemli bakteriyel hastalıklar arasındadır. Domates Öz Nekrozu Hastalığı'na ülkemizde Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde domates yetiştirilen cam ve plastik seralarda ve yüksek tünellerde rastlanmaktadır (Üstün ve Saygılı, 2001). Hastalığa *Pseudomonas* spp. cinsine ait farklı bakteriyel etmenler neden olmaktadır. Bunlar *Pseudomonas viridiflava*, *P. cichorii*, *P. corrugata*, *P. mediterranea* ve *P. fluorescens*'dir (Aysan ve ark., 2018). *Pseudomonas* türlerinin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığı domates bitkisinin tüm toprak üstü kısımlarında görülür. Bitkilerde tipik olarak sararma, gövdede düzensiz lekeler, petiol ve meyve sapı lezyonları, özde renk değişimi ve öz kısmının boşalması belirtileri görülür. Malesef hastalığın etkili bir kimyasal mücadelesi yoktur. Hastalık yönetiminde sağlıklı fide kullanımı, seraların iyi havalandırılması, üretim alanında sanitasyon işlemleri, dengeli gübreleme programı uygulanması (Üstün ve Saygılı, 2002), toprak solarizasyonu (Ülke, 2003) gibi önlemler ile hastalığın vereceği zarar azaltılabilir.

Bu hastalık dahil pek çok bakteriyel hastalığın mücadelesinde en etkili hastalık yönetim stratejileri, kültürel önlemler, fiziksel ve kimyasal tohum uygulamaları (Aysan ve ark., 2005), bitki aktivatörleri (Aktepe, 2021), metal oksitli nano partiküllerin kullanımı (Şahin ve ark., 2022), bitkisel ekstrakt ve uçucu yağların kullanımı (Mengüllüoğlu ve Soylu, 2012; Bozkurt ve ark., 2020) ve biyolojik mücadeleyi (Aysan ve Saygılı, 2008; Horuz ve ark., 2018; Bozkurt ve Soylu, 2019) kapsayan entegre mücadele yöntemlerinin kullanılmasıdır. Bitkide hastalıklara dayanıklılığı uyarmak için yapılan

uygulamalar son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Bunları sağlamak için bitki aktivatörleri kullanıldığı gibi topraktaki mikrobiyal aktiviteyi artıran yeşil gübreleme, çeşitli kompost çayları, solucan gübresi olarak da bilinen vermikompost kullanımı, mikorizal fungus ve faydalı bakterilerin toprağa eklenmesi uygulamaları bitkinin hastalıklara karşı direncini artırır (Arancon ve ark., 2005; Küçükyumuk ve ark., 2014; Sülü ve ark., 2016). Tarımsal ve endüstriyel atıklardan elde edilen kompostların tarımda toprak düzenleyici ve gübre olarak kullanılabilmesi atıkların kompostlaştırılmasını ve kullanımını arttırmıştır (Aksu ve ark., 2017). Solucanların sindirim sistemlerinden geçirilmesi ile elde edilen vermikompost (solucan gübresi), sebze veya gıda atıklarının ayrıştırılması sonucu elde edilen organik gübrelere biridir. Vermikompostlar bitkiler için temel besin elementleri olan N, P, K, Ca ve Mg gibi besin elementlerinin sentetik gübrelere farklı olarak yavaş salınımı sayesinde (Bellitürk, 2018) dengeli bir şekilde alınımını sağlar. Bitki gelişimini teşvik edici vermikompostların potansiyeli, mikroorganizmalar tarafından üretilen büyüme düzenleyicilerin etkisinden, toprakların fiziko-kimyasal özelliklerinin değişiminden ya da topraktaki mikrobiyal aktivite seviyesindeki artıştan kaynaklanmaktadır (Arancon ve ark., 2005).

Toprak mikrobiyotasını artıran ve bitkinin hastalıklara karşı dayanımını artıran diğer bir uygulama da arbusküler mikorizal fungusların (AMF) kullanımınıdır. AMF'ler ekosistemde hemen hemen her yerde bulunurlar ve bitkilerin kökleriyle simbiyotik halde yaşarlar. Konukçu bitki dokularında gelişim düzenleyici maddelerin oranlarında, fotosentez ürünlerinde artış ve oluşan ürünlerin sürgün ve köklere paylaşımı gibi fizyolojik olaylarda ve kök hücrelerinde biyokimyasal değişimlere neden olurlar (Yıldız, 2009; Demir ve ark., 2015). Mikorizal funguslar, çok miktarda hif üreterek bitki kök yüzey alanını artırmakta ve köklerden çok uzak bölgelerde besin elementlerini bu hiflerin aracılığıyla alarak bitkinin üst organlarına taşımaktadır (Almaca, 2014). Mikorizalar doğrudan doğruya hifsel gelişimiyle ve antibiyotik üretme yeteneğiyle patojen girişine engel olur. Doğrudan etkide; yer ve besin için rekabet, patojenin engellenmesi (Graham, 2001) ve antagonistik mikroorganizmaların artışı ile hastalık mücadelesinde etkilidirler (Fillion ve ark., 2003).

Bitki hastalıklarına karşı mücadele stratejilerinin önemli adımlarından biri de dengeli ve düzenli gübrelemedir. Besin elementleri bitkinin metabolizmasını değiştirerek hastalıklara olan duyarlılığını etkileyebilir ve hastalık oluşumu için daha uygun koşullar yaratabilir. Bitkinin gelişimi ve verimi üzerine etkili olan bu elementler aynı zamanda bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı

dayanıklılığını ve duyarlılığını etkiler (Spann ve Schumann, 2019). Hastalık belirtilerinin şiddetinde bitkiye yapılan gübrelemenin büyük etkisi vardır yani bitki besleme-hastalık ilişkisi oldukça önemli bir ayrıntıdır. Bunların içerisinde potasyum bitki beslemede ana rol oynar. Potasyum bitkinin kök gelişimini arttırır, besin ve su alımını iyileştirir, selüloz ve protein içeriğini arttırır, bitki gelişimi için gerekli enzimleri düzenler ve sonuçta bitki hastalıklarının oluşumunu azaltır (Elmer ve Datnoff, 2014). Potasyum bitkilerde nişasta, selüloz ve protein sentezi için önemli bir elementtir. Selüloz hücre duvarının ana bileşenidir ve potasyum eksikliği hücre duvarının daha zayıf hale gelmesine neden olur. Potasyum bitki hastalıklarına karşı etkili bir bariyer oluşturmada ana rol oynar (Spann ve Schumann, 2019). Potasyum eksikliği olan bitkilerin hastalığa yüksek duyarlılığı potasyum fonksiyonuyla ilişkilidir. Yüksek molekül ağırlığına sahip olan bileşiklerin (protein, nişasta, selüloz) sentezini azaltır ve patojenler için kolayca alınabilecek besin kaynakları olan düşük molekül ağırlığına sahip bileşiklerin birikimine öncülük eder (Huber ve ark., 2012).

Bu çalışmada domateste mikorizal fungusların, vermikompost gübrelemesinin ve potasyum beslemesinin tekli, ikili ve üçlü kombinasyonlarının *Pseudomonas cichorii* tarafından neden olunan öz nekrozu hastalığının engellenmesi üzerine olan etkinliği cam serada saksı denemeleriyle araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Hastalık etmeninin izolasyonu

Örtü altı domates yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı Mersin ili Erdemli ilçesindeki plastik seralar Mart 2019 tarihinde ziyaret edilmiş ve bitkiler öz nekrozu hastalığı yönünden incelenmiştir. Tipik hastalık simptomu gösteren iki farklı seradan yedi farklı bitki örneği alınıp kağıda sarılarak naylon torba içerisinde Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Bakterioloji laboratuvarına izolasyon için getirilmiştir. Öz nekrozu belirtisi gösteren hasta bitkinin iletim demetlerinden hastalıklı ve sağlıklı doku kısımları içerecek şekilde alınan örnekler %70'lik alkolle yüzeyden dezenfekte edilmiştir. Daha sonra steril havanda 1 ml steril saline buffer içerisinde ezilerek bir öze dolusu süspansiyon Tryptone Soy Agar (TSA) besi yerine ekilmiştir. Petriler 25°C'de 48 saat inkube edildikten sonra gelişen koloniler saflaştırılmıştır. Saflaştırılan izolatlar gelecekteki çalışmalarda kullanılmak üzere eğik olarak hazırlanmış YDC agar besi yerinde geliştirilmiş ve +4 °C'de buzdolabında saklanmıştır.

Bakteri izolatlarının patojenitesi

Hasta domates bitkilerinden elde edilen 13 adet bakteri izolatları TSA besiyerinde 24 saat geliştirildikten sonra spektrofotometrede 600 nanometrede 0.2 absorbans değerinde 10^7 hücre/ml yoğunluğunda süspansiyonları hazırlanmıştır. Her bir izolata ait süspansiyondan 100µl alınıp 3 tekrarlı olarak, 3-5 yapraklı dönemdeki sağlıklı domates fidelerinin kök boğazı yakınındaki gövde kısmına temiz bir enjektör yardımıyla inokule edilmiştir. İnokule edilen bitkiler Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde bulunan $25\pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık, %75 nem ve 16 saat aydınlık 8 saat karanlık iklim odası koşullarında 4 hafta boyunca muhafaza edilmişlerdir. Tipik hastalık belirtisi olarak gövdede kahverengi lekeler, yapraklarda sararma ve solgunluk gözlenen bitkilerden değerlendirmeler ve reizolasyonlar yapılarak Koch postulatları aşamaları tamamlanmıştır. Değerlendirmede fidenin tüm boyu enfeksiyon boyuna oranlanarak enfeksiyon alanı yüzde olarak hesaplanmıştır (Klement ve ark., 1990). Patojenite testleri sonrası virülensliği en yüksek olan bir izolat saksı çalışmaları için seçilmiştir.

Patojen bakteri izolatlarının tanısı

Patojen olduğu belirlenen re-izolatlarla yapılan tanı çalışmalarında KOH testiyle gram reaksiyon, King B besiyerinde floresan pigmentasyon, levan oluşumu, oksidaz testi, patateste pektolitik aktivite, tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonu belirlenmiştir (Lelliott ve Stead, 1987). Karşılaştırma kültürü olarak Prof. Dr. Yeşim Aysan tarafından farklı çalışmalar kapsamında tanısı yapılmış YA-998 kodlu *P. cichorii* izolatı kullanılmıştır. Domateste öz nekrozuna neden olan farklı türleri (*P. viridiflava*, *P. cichorii*, *P. corrugata* ve *P. fluorescens*) birbirinden ayırt etmek için floresan pigmentasyon ve LOPAT testleri gayet başarılı bir test kompleksidir. Bunun yanında tanı sonucunu desteklemek için virülensliği en yüksek patojen bakteri izolatının kesin tür tanısı Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezinde MALDI-TOF (Matriks Assisted Laser Desorption Ionization Time Of Flight Mass Spectrometry/ Matriks Destekli Lazer Desorpsiyon İyonizasyon-Uçuş Süreli Kütle Spektroskopisi) (Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) kütle spektrofotometrisi ile gerçekleştirilmiştir (Sülü, 2020; Soylu ve ark., 2020).

Patojen konsantrasyonunun belirlenmesi

Bitkide hastalık simptomu oluşturabilecek en düşük inokulum yoğunluğunu belirlemek amacıyla kalibrasyon denemesi kurulmuştur. Virülensliği yüksek olarak seçilen YA-925 kodlu bakteri izolatının 48 saatlik kültüründen

dansiyometrede 1.27 yoğunluğunda süspansiyon hazırlanmıştır. Bu süspansiyondan 1ml alınarak içerisinde 9 ml steril su bulunan tüplerle 6 kez seyreltilmiştir. Her bir seyreltmeden 100 µl alınarak 3 tekrarlı olarak TSA besi yerine ekimler yapılmıştır. Petriler 25°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra koloni sayıları not edilerek patojen yoğunluğu $4,2 \times 10^8$ hücre/ml olarak belirlenmiştir. Her bir seyreltmeden 100 µl alınıp steril bir enjektör ile 2 tekrarlı olarak domates fidelerine enjekte edilmiştir. Domates fideleri 6 hafta sonra boyuna kesilerek iletim demetlerinde görülen lezyon boyu ölçülerek bitki boyuna oranlanıp değerlendirme yapılmıştır (Klement ve ark., 1990). Hastalık belirtisinin görüldüğü en düşük bakteri konsantrasyonu saksı çalışmalarında kullanılmıştır.

Mikorizal fungusların üretimi ve sayımı

Denemelerde kullanılmak üzere *Funneliformis mosseae*, *Glomus clodum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus coledonum*, *Glomus intradicus*, *Rh. clorus*, *Glomus fasciculatum* mikorizal fungus türleri Çukurova Üniversitesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. İbrahim Ortaş'dan temin edilmiş ve üretimi bu araştırma kapsamında yapılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak 1:1 oranında toprak ve kum karışımı kullanılmıştır. İnokulum üretimi 3 kg'lık saksılarda yapılmış ve üretim bitkisi olarak yonca kullanılmıştır. Yedi mikorizal fungus türünün toprak+kök+misel+sporlarından oluşan inokulumu sandviç tekniğiyle tohum ekilmeden önce 2-3 cm derinliğe bırakılmıştır ve üzerine yonca tohumu ekilmiştir. Üretim süresi boyunca (1.5-2 ay) bitkiler sulanmıştır. Daha sonra bitkiler kurutulmaya bırakılmış ve toprak üstü aksamı kuruduktan sonra kök boğazından kesilerek kök kolonizasyonuna bakılmıştır. Mikorizal spor yoğunluklarının belirlenmesi için ıslak eleme yöntemi kullanılmıştır. *Funneliformis mosseae*, *Glomus clodum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus coledonum*, *Glomus intradicus*, *Rh. clorus*, *Glomus fasciculatum* inokulumlarından 10 gr tartılmıştır. Tartılan bu toprak behere boşaltılıp üzerine 500 ml su ilave edilmiştir. Hazırlanan bu toprak süspansiyonu yarım saat süreyle bir manyetik karıştırıcıyla çalkalanmıştır. Toprak süspansiyonu önce 0.5 mm'lik eleğe daha sonra 53 mikrometrelik elekte su berraklaşana kadar yıkanmıştır. 53 mikrometrelik elek üzerinde tutulan sporlar saf su yardımıyla 50 ml' lik santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Santrifüj tüpleri 2000 devir/dk'da beş dakika santrifüj edilmiştir. Süspansiyon üzerindeki supernat uzalaştırılmış ve %50'lik sukroz çözeltisi eklenerek yeniden 2000 devir/dk 'da bir dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra supernat 53 mikrometrelik elekten

geçirilerek yıkanmış ve birer cm²'ye ayrılmış petri kabına saf su ile alınarak sporlar stereoskopik mikroskopta (60X büyütmede) sayılmıştır. En iyi kolonize olan mikorizal fungus *Glomus etunicatum*, 75 spor/10g toprak olarak saksı denemelerinde kullanılmıştır (Menge ve Timmer, 1982).

Vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin hastalık çıkışı üzerine etkisinin belirlenmesi

Çalışma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü araştırma ve uygulama parselinde bulunan cam serada 18 Mart-6 Mayıs 2020 tarihleri arasında yapılmıştır. Denemede Newton çeşidi domates fideleri kullanılmış ve fideler 4-5 yapraklı dönemde saksılara şaşırtılmıştır. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 5 tekrarlı ve her tekrarda 6 bitki olacak şekilde planlanmıştır. Vermikompost uygulaması olarak üretici firmanın önerdiği dozda hazırlanan vermikompost %20 (v:v) oranında toprağa karıştırılarak saksılara fide dikimi yapılmıştır (Karnez ve ark., 2021). Mikoriza uygulaması olarak yonca bitkisinde üretimi yapılan yedi mikorizal fungus türü (*Funneliformis mosseae*, *Glomus clodum*, *Glomus etunicatum*, *Glomus coledonum*, *Glomus intradicus*, *Rh. clorus*, *Glomus fasciculatum*) eşit oranda karıştırılmış ve fide başına 100 gr domates fidelerinin dikim çukuruna köklerle temas edecek şekilde uygulanmıştır. Potasyumlu gübre uygulaması olarak 300 ppm dozda hazırlanan potasyum sülfat gübresi domates fideleri dikildikten sonra verilmiştir (Üstün, 2000). İkili kombinasyonlar ise vermikompost+mikoriza, vermikompost+potasyum ve mikoriza+potasyum şeklinde uygulanmıştır. Ayrıca vermikompost, mikoriza ve potasyum üçlü kombinasyon olarak da uygulanmıştır. Pozitif kontrol bitkilerine hiçbir uygulama yapılmadan sadece patojen inokule edilmiştir. Şaşırtmadan üç hafta sonra patojen bakteri süspansiyonu bitkilerin gövdesine enjekte edilmiştir. Patojen iletim demetlerinde hastalık oluşturduğundan dolayı 24-48 saatlik patojen bakteri kültüründen hazırlanan $4,2 \times 10^5$ hücre/ml popülasyonundaki patojen bakteri süspansiyonu steril bir enjektör yardımıyla kök boğazından 100 µl enjekte edilmiştir. Negatif kontrol bitkilerine ise yalnızca steril su pozitif kontroldeki yöntemle göre enjekte edilmiştir. Bitkiler üçer gün aralıklarla incelenerek sulama ve diğer bakım işlemleri (yabancı ot temizliği, ipe alma, sulama vb) yapılmıştır. Pozitif kontrol bitkilerinde tipik olarak sararma ve gövdede leke belirtileri gözlemlendikten sonra denemedeki tüm bitkiler hastalık gelişimi yönünden değerlendirilmiştir. Bıçakla boyuna kesilen bitkilerin iletim demetlerindeki lezyon boyu ölçülmüş ve tüm bitki boyuna oranlanarak enfeksiyon alanı hesaplanmıştır (Klement ve ark., 1990). Denemeler her uygulama 5

tekerrür olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Yapılan denemeler iki farklı zamanda tekrarlanmıştır.

İstatistik analizi

Farklı uygulamaların hastalık çıkışı üzerine olan etkinliğinin değerlendirildiği çalışmalarda uygulama yapılan bitkilerin iletim demetlerindeki lezyon boyları ölçülmüş (n=5), ölçülen uzunluklar SPSS istatistik programı (SPSS Statistics 17.0) kullanılarak tek yönlü ANOVA ile analiz edilmiş, uygulamalar arasındaki farklılık LSD Çoklu Karşılaştırma Testiyle ile karşılaştırılmıştır (P<0.05).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Hastalık etmeninin izolasyonu ve patojenitesi

İki farklı seradan öz nekrozu belirtisi gösteren yedi farklı bitkinin öz kısımlarından yapılan izolasyonlarda 13 adet bakteri izolatu elde edilmiştir. Elde edilen bakteri izolatları TSA besi yerinde etrafı düz, mat ve açık krem renkte yuvarlak koloniler oluşturmuşlardır. Bakteriyel izolatların sağlıklı domates bitkisine inokulasyonundan 4 hafta sonra genel olarak sararma, gövdede düzensiz siyah lekeler ve özde renk değişimi belirtileri gözlenmiştir. Saflaştırılan 13 izolat domates fidelerinin %3-40 arasında öz nekrozu enfeksiyon alanı oluşturduğu belirlenmiş ve tümünün patojen olduğu kanıtlanmıştır. İzolatlar arasında domates bitkisinin %40'ında öz nekrozu belirtisi oluşturan YA-925 kodlu izolat saksı çalışmaları için seçilmiştir.

Patojen bakteri izolatlarının tanısı

İzolatların tümü gram negatif, floresan pigmentasyonu pozitif, levan negatif, oksidaz pozitif, arginin dehidrolaz negatif, patates dilimlerinde pektolitik aktivitesi negatif ve tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonu pozitif olarak değerlendirilmiş ve *Pseudomonas cichorii*'nin yer aldığı LOPAT III grubuna dahil olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Elde edilen test sonuçları karşılaştırma kültürü olan YA-998 nolu izolat ile aynı sonuçlara sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tanı testleri MALDI TOF MS ile desteklenmiş ve tanı sonucunda indeks değeri 2.1 olarak belirlenerek *Pseudomonas cichorii* ile tür düzeyinde tam eşleşme sağlanmıştır. Protein kütle parmak izini kullanan MALDI-TOF/MS tabanlı tanımlamalar, bakteri türlerinin hızlı ve güvenilir düzeyde tanımlamasında hızlı ve hassas bir yöntemdir. Birçok durumda MALDI-TOF/MS tabanlı tanımlamalar, jel bazlı protein veya DNA parmak izi tekniklerinden daha iyi çözünürlük ve tekrarlanabilirlik gösterdiği bildirilmiştir (Saleeb ve ark. 2011; Singhal ve ark. 2015; Uysal ve ark., 2019).

Çizelge 1. Domates öz nekrozuna neden olan bakterilerin tanı test sonuçları

Table 1. Diagnostic test results of bacteria causing tomato pith necrosis

TESTLER	13	<i>Pseudomonas</i>
Gram reaksiyon	-	-
Floresan	+	+
Levan	-	-
Oksidaz	+	+
Pektolitik aktivite	-	-
Arginin dehidrolaz	-	-
Tütünde HR	+	+
Patojenite testi	+	+

Patojen konsantrasyonunun belirlenmesi

Patojenite çalışmalarında en yüksek virülenliğe sahip YA-925 kodlu *Pseudomonas cichorii* izolatının spektrofotometre ile OD= 1.27 yoğunluğunda ayarlanan süspansiyonunun 4.2×10^8 hücre/ml bakteri popülasyonuna sahip olduğu belirlenmiştir. Bu inokulumun altı farklı seyreltmesi domates bitkilerine inokule edildiğinde ilk üç seyreltmede hastalık gözlenmiş, 4., 5. ve 6.seyreltmede herhangi bir belirti gözlenmemiştir. Bitkide hastalık oluşturabilen en düşük bakteri popülasyonu 4.2×10^5 hücre/ml olarak hesaplanmış ve bu popülasyon domatesin %31'ini kaplayan enfeksiyon alanına sahip olmuştur. Bu sonuca göre saksı denemelerinde bu patojen konsantrasyonunun kullanılmasına karar verilmiştir.

Vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin hastalığa etkisinin belirlenmesi

Çizelge 2'de görüldüğü gibi hiçbir uygulamanın yapılmadığı sadece patojen bakteri *Pseudomonas cichorii* ile bulaştırılan pozitif kontrol uygulamasında yer alan bitkilerde enfeksiyon alanı %31.35 olarak belirlenmiştir. Negatif kontrol bitkilerinde herhangi bir hastalık gözlenmemiştir. Vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin tek başına, ikili ve üçlü kombinasyonlarının yapıldığı uygulamalardaki bitkilerde, enfeksiyon alanının %8.30-15.10 arasında olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde, uygulamaların tümünün pozitif kontrolden farklı grupta yer alan başarılı uygulamalar olduğu belirlenmiştir. Bu başarılı uygulamalar domates bitkilerinde *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığının gelişimini %51.8-73.5 arasında baskılamıştır. Ayrıca uygulamaların, patojenin inokule edildiği bölgede sınırlı kaldığı, hiç bir uygulamanın yapılmadığı pozitif kontrolde ise enfeksiyonun iletim demetinde ilerlediği gözlenmiştir.

Çizelge 2. Vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin öz nekrozu hastalığına etkisi
Table 2. The effect of vermicompost, mycorrhiza and potassium fertilization on pith necrosis disease

Uygulamalar	Enfeksiyon Alanı (%)	% Etki
Mikoriza	8.30 ^d	73.50
Vermikompost	9.20 ^{cd}	70.70
Vermikompost+Mikoriza	9.59 ^{cd}	69.40
Vermikompost+ Potasyum	9.85 ^{cd}	68.60
Mikoriza+Potasyum	9.99 ^{cd}	68.10
Vermikompost+Mikoriza+Potasyum	12.02 ^{bc}	61.70
Potasyum	15.10 ^b	51.80
Pozitif Kontrol	31.35 ^{a*}	-
Negatif Kontrol	0.00	-

* Sütun içerisinde yer alan değerlerin yanındaki farklı harfler, uygulamalar arasındaki farkın LSD (0.05) testine göre istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir. LSD 0.05 = 3.54.

Hastalığı en iyi şekilde baskılayan uygulama, domates fidelerinin dikim çukuruna köklerle temas edecek şekilde uygulanan mikoriza uygulaması olmuştur. Mikoriza uygulanmış bitkilerde *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu öz nekrozu hastalığı sadece %8.30 düzeyinde meydana gelmiş ve bu uygulama hastalığı %73.50 oranında baskılamıştır. Yapılan istatistik analizler sonucunda, uygulamalar arasında en etkili bulunan mikoriza uygulamasının pozitif kontrol, potasyum ve vermicompost+mikoriza+potasyum uygulamalarından istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı olduğu gözlenmiştir. Ayrıca vermicompost ile ikili kombinasyon uygulamaları aynı istatistik grupta yer almıştır. Bitki ile simbiyotik halde yaşayan mikorizal funguslar bitkide çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere neden olarak rizosferdeki mikrobiyal popülasyonun değişimini etkilerler (Biçici, 2011). Genellikle fungal hastalıkların (Özgönen ve ark., 2001; Akköprü ve ark., 2005; Demir ve ark., 2015) baskılanması için kullanılan mikoriza içeren uygulamalar son yıllarda bakteriyel hastalıklar için de başarıyla kullanılmaktadır. Örneğin *Ralstonia solanacearum*'un neden olduğu domateste Bakteriyel Solgunluk Hastalığının (Zhu ve Yao, 2004; Monther, 2009; Tahat ve ark., 2012), *Pseudomonas tomato*'nun neden olduğu Bakteriyel Benek Hastalığının (Karapire, 2014) ve *Erwinia carotovora*'nın neden olduğu Gövde Çürüklüğü Hastalığının (Garcia-Garrido ve Ocampo, 1988), mücadelesinde mikorizal funguslar başarıyla kullanılmaktadır.

Çalışmalarımızda tespit edilen bir diğer başarılı uygulama olan vermicompost uygulaması ise hastalığı %70.70 oranında baskılamıştır. İstatistik analizler sonucunda vermicompost uygulaması diğer vermicompost+mikoriza, vermicompost+potasyum mikoriza+potasyum ve

vermicompost+mikoriza+potasyum uygulamaları ile aynı, pozitif kontrolden ise farklı istatistik grubunda yer almıştır. Bu çalışmada olduğu gibi vermicompost uygulamalarının yapıldığı bitkilerde domateste Bakteriyel Benek Hastalığınının çıkışı %12-42 (Karnez ve ark., 2021), Bakteriyel Solgunluk Hastalığınının çıkışı ise %25 oranında baskı altına alındığı (Min ve ark., 2016) daha önce yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir. Ayrıca, hıyarda *Pythium aphanidermatum*'un neden olduğu Fide Çürüklüğü Hastalığı (Carr ve Nelson, 2014), çilekte *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani* ve *Pythium ultimum*'un neden olduğu fungal hastalıklara (Edwards ve ark., 2002) olan olumlu etkisininin olduğu bildirilmiştir. Soylu ve ark. (2020) tarafından yakın zamanda yapılan bir diğer çalışmada ise vermicomposttan izole edilen 28 bakteriyel izolatin (toplam izolatin % 49.12) *in vitro* ikili kültür testlemelerinde, sebzelerde sorun olan fungal etmenlerden *S. sclerotiorum*'un gelişimini %1.72-75.43, *M. phaseolina*'nın gelişimini %1.67-65.83, *B. cinerea* gelişimini %3.44-57.18, *V. dahliae* gelişimini ise %2.28-58.74 gibi değişen oranlarda engellediği bildirilmiştir. Çalışmalarımızda belirlenen etkinliğin vermicompost içerisinde yer alan faydalı antagonist veya bitki gelişimini teşvik eden bakterilerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

İkili kombinasyon olarak vermicompost+mikoriza, vermicompost+potasyum ile mikoriza+potasyum uygulamalarının yapıldığı domates bitkilerinin öz kısmında oluşan enfeksiyonu sırasıyla % 69.40, 68.60, 68.10 oranlarında baskıladığı belirlenmiştir. Bu üç uygulama pozitif kontrolden farklı olarak aynı istatistik grupta yer alan diğer başarılı uygulama grubu olarak belirlenmiştir. Bizim çalışmamızın aksine yapılan başka bir çalışmada vermicompostun tek başına

uygulanmasının yanı sıra mikoriza ile uygulanmasında daha yüksek etki göstermesi (Karak, 2021) elde edilen bu verilerin ek çalışmalarla desteklenmesi gerektiğini göstermektedir.

Vermikompost, mikoriza ve potasyumun üçlü kombinasyonu halinde yapılan uygulamada ise enfeksiyon alanı %12.02 olarak belirlenmiş ve hastalığı engellemedeki başarısı %61.70 olduğu tespit edilmiştir. Bu üçlü kombinasyon pozitif kontrolden ayrı bir istatistik grubta yer almış ve diğer başarılı bir uygulama olarak saptanmıştır. Mikoriza, solucan gübresi ve potasyum beslemesi ikili veya üçlü kombinasyon olarak uygulandığında daha fazla bir etki beklenirken yapılan denemede kombinasyonun böyle bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu durum saksı çalışmaları yerine daha geniş alanlarda ve tekrarlarla tarla çalışmalarıyla detaylandırılmaya ihtiyacı olduğunu göstermektedir.

Potasyum gübresi tek başına uygulandığında özde oluşan enfeksiyon alanı %15.10 olarak belirlenmiş ve hastalığı engellemedeki başarısı %51.80 ile diğer uygulamalardan farklı bir istatistik grubta yer alarak *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığını baskılamada etkili bir diğer uygulama olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde Üstün (2000) tarafından yapılan bir çalışmada öz nekrozu hastalığına karşı farklı oranlarda (100 ppm, 200 ppm, 400 ppm) potasyum gübrelemesinin hastalığa etkisi araştırılmıştır. Potasyum uygulanmayan pozitif kontrol bitkilerinde nekroz uzunluğu 24.8 cm iken, 600 ppm dozda 15.4 cm, 200 ppm dozda 15.2 cm, 400 ppm doz uygulanan bitkilerde 14.1 cm olarak saptanmışlardır. Çalışma sonucunda potasyum beslemesinin hastalığı baskılama yeteneğinde olduğunu bildirmişlerdir. Farklı bir çalışmada Yanar ve ark. (2011), *Leveillula taurica*'nın oluşturduğu domateste külleme hastalığını baskılamak için 2006 ve 2007 yıllarında 2 tekrar olmak üzere domates yapraklarına potasyum silikat uygulamışlardır. Hastalığı engellemede ilk yıl %41 oranında, ikinci yıl %36 oranında başarılı bulunduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmanın sonucunda elde edilen tüm veriler değerlendirildiğinde, vermikompost, mikoriza ve potasyum uygulamalarının tümü pozitif kontrolden farklı grupta yer aldığı için *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığını engelleme yeteneğinde oldukları tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada, *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığı'na karşı mikoriza uygulamasının %74 oranında hastalığı en iyi baskılayan uygulama olduğu, bunun yanında vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin ikili ve üçlü kombinasyonlarının da hastalığı başarılı bir şekilde engellediği sonucuna ulaşılmıştır. Öz Nekrozu

Hastalığı'nın kimyasal mücadelesinin olmaması nedeniyle alınabilecek kültürel önlemler dışında bitkilerin dayanıklılık mekanizmalarını uyaran bitki aktivatörleri ve toprağın mikrobiyal aktivitesini zenginleştirmesini sağlayan biyolojik mücadele elemanlarının kullanımı hastalığın baskılaması açısından önemlidir. Mikoriza ve vermikompostun mikrobiyal aktiviteyi arttırdığı ve çeşitli bakteriyel ve fungal hastalıkların mücadelesinde kullanımının olumlu etkisi daha önceki yapılan çalışmalarla da kanıtlanmıştır. Dengeli gübreleme ile hastalığın vereceği zarar azaltılabilir. Hastalığı baskılayıcı özelliği ile bilinen potasyum gübrelemesine mücadele programında yer verilmelidir. Yapılan tüm uygulamalarda *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığını baskılamada ümitvar sonuçlar elde edilmiştir. Bunun yanında hastalığın baskılanması ile ilgili üretici koşullarında yapılacak çalışmalara gereksinim vardır. Bu nedenle yapılacak sonraki çalışmalarda bu uygulamaların bitkide hangi mekanizmaları kullanarak hastalığı baskıladığı araştırılmalıdır. Ayrıca bu uygulamaların topraktaki mikrobiyal popülasyonlara olan etkisi de araştırılması gereken bir diğer konudur.

ÖZET

Amaç: Domateste mikorizal fungusların, vermikompost gübrelemesinin ve potasyum beslemesinin tekli, ikili ve üçlü kombinasyonlarının *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu öz nekrozu hastalığı'na etkisi ve mücadelesinde kullanım olanakları saksı denemeleriyle cam serada araştırılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Vermikompost uygulaması üretici firmanın önerdiği dozda hazırlanarak %20 oranında toprağa karıştırılmış ve mikoriza uygulaması olarak yonca bitkisinde üretimi yapılan yedi mikorizal fungus türü eşit oranda karıştırılarak fide başına 100 gr olacak şekilde domates fidelerinin dikim çukuruna köklerle temas edecek şekilde uygulanmıştır. Potasyumlu gübre uygulaması olarak 300 ppm dozda hazırlanan potasyum sülfat gübresi domates fideleri dikildikten sonra verilmiştir. Çalışma sonucunda uygulamaların tümü hastalığı %52-74 arasında baskılayarak başarılı olmuştur. En başarılı uygulama hastalığı %74 oranıyla baskılayan Mikoriza uygulaması olmuştur. Vermikompost uygulaması hastalığı %71, vermikompost+mikoriza ve vermikompost+potasyum hastalığı %69 ve mikoriza+potasyum uygulaması ise hastalığı %68 oranında engellemiştir. Diğer başarılı uygulamalar ise %62 ile üçlü kombinasyonda ve %52 ile sadece potasyum gübrelemesinde elde edilmiştir.

Genel Yorum: Bu tez çalışması sonucunda, domates

bitkilerine hem tek başına hem de kombinasyon halinde uygulanan vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesinin *Pseudomonas cichorii*'nin neden olduğu Öz Nekrozu Hastalığı'nı %52-74 arasında engellemede başarılı olduğu belirlenmiştir. Öz nekrozu hastalığının kimyasal mücadelesinin olmaması nedeniyle bitkilerin dayanıklılık mekanizmalarını uyaran bitki aktivatörleri ve toprağın mikrobiyal aktivitesini zenginleştirmesini sağlayan uygulamalar hastalığın baskılanması açısından önemlidir ve bu uygulamaların hastalığın entegre mücadele programına dahil edilmesi önerilmektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Toprak mikrobiyal aktivitesini artıran, bitkinin besin alımını iyileştiren ve hastalıklara dayanıklılığı uyaran bu uygulamaların öz nekrozu hastalığı'nın mücadelesinde başarıyla kullanılabileceği bu çalışmayla gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Domates, *Pseudomonas cichorii*, vermikompost, mikoriza, potasyum gübrelemesi.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından FYL-2019-12417 nolu projeye desteklenmiştir. Farklı mikoriza kültürlerini paylaşan Çukurova Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü'nden Prof. Dr. İbrahim ORTAŞ ile patojen bakteri izolatların MALDI-TOF ile tanısının yapılmasındaki katkılarından dolayı Prof. Dr. Soner SOYLU'ya teşekkür ederiz. Ayrıca çalışmada kullandığımız vermikompost gübresinin temini için Agrosol AŞ firmasına teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Akköprü A, Demir S, Özaktan H (2005) Farklı flouresan pseudomonas (fp) izolatları ve arbusküler mikorhizal fungus (amf) *Glomus intraradices*'in domatesteki bazı morfolojik parametrelere ve *Fusarium solgunluğuna* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (sacc) syd. et hans.) etkisi. YYÜ Zir.Fak. Tar. Bil. Der. 15(2): 131-138.

Aksu G, Altay H, Köksal SB (2017) Vermikompostun bazı toprak özellikleri ve pazı bitkisinde verim üzerine etkisi. ÇOMÜ Zir. Fak. Der. 5(2): 123-128.

Aktepe BP (2021) The effect of different plant activators and biological preparete on the biological control of bacterial speck disease in tomato. MKU. Tar. Bil. Derg. 26(2): 355-364.

Almaca A (2014) Tarımsal üretimde mikorizanın önemi. Harran Tarım ve Gıda Bil. Derg. 18(2): 56-65.

Anonymous (2022) FAOSTAT-Agriculture Database, Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. (Acces Date: 28.02.2022).

Anonim (2022) TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. Bölgesel Domates Üretim verileri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 28.02.2022).

Aroncon NQ, Galvis PA, Edwards CA (2005) Suppression of insect pest populations and damage to plants by vermikomposts. Bioresource Tech. 96: 1137-1142.

Aysan Y, Mirik M, Çetinkaya-Yıldız R, Küsek M (2005) *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun yayılmasına tohum kökenli inokulumun rolü. Türkiye II. Tohumculuk Kongresi 9-11 Kasım 2005, Adana, 353s.

Aysan Y, Mirik M, Şahin F, Çetinkaya-Yıldız R (2004) Outbreak of bacterial speck disease in a nursery in The Eastern Mediterranean Region of Turkey. 3rd Balkan Symposium on Vegetables & Potatoes, 6-10 September, Bursa Turkey. Acta Hort. 729: 441-443s.

Aysan Y, Saygılı H (2008) Domates Bakteriyel Benek Hastalığı. (H. SAYGILI, F. ŞAHİN, Y. AYSAN Editörler) Bitki Bakteri Hastalıkları, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 123-126s.

Aysan Y, Üstün N, Mirik M, Saygılı H, Şahin F (2018) Domates öz nekrozu hastalığı. Bitki Bakteri Hastalıkları, (Eds: Saygılı, H., Aysan, Y., Şahin, F., Soylu, S., Mirik, M.), 2. Baskı, Toprak Ofset Matbaacılık, Tekirdağ, s.63-67.

Bellitürk K (2018) Vermicomposting in Turkey: Challenges and opportunities in future. Eurasian J. of Forest Sci. 6(4): 32-41.

Biçici M (2011) Bitki hastalık etmenleri ile biyolojik mücadelenin başarısını arttırmada mikorizanın rolü. Türkiye Biyolojik Müc. Derg. 2(2): 139-174.

Bozkurt İA, Soylu S (2019) Elma kök uru hastalığı etmeni *Rhizobium radiobacter*'e karşı epifit ve endofit bakteri izolatlarının antagonistik potansiyellerinin belirlenmesi. Tekirdağ Zir. Fak. Derg. 16: 348-361.

Bozkurt İA, Soylu S, Kara M, Soylu EM (2020) Chemical composition and antibacterial activity of essential oils isolated from medicinal plants against gall forming plant pathogenic bacterial disease agents. KSU. Tarım ve Doğa Derg. 23: 1474-1482.









- Carr EA, Nelson EB (2014) Disease-suppressive vermicompost induces a shift in germination mode of *Pythium aphanidermatum* zoosporengia. Plant Dis. 98: 361-367.
- Demir S, Şensoy S, Ocak E, Tüfenkçi Ş, Demire Durak E, Erdinç Ç, Ünsal H (2015) Effects of arbuscular mycorrhizal fungus, humic acid, and whey on wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. in three solanaceous crops. Turk. J. Agric. For. 39: 300-309.
- Edwards CA, Atiyeh RM, See L, Aroncon NQ, Metzger JD (2002) The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Tech. 84: 7-14.
- Elmer WH, Datnoff DH (2014) Mineral nutrition and suppression of plant disease. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems 4: 231-244.
- Fillion M, St-Arnaud M, Jabaji-Hare SH (2003) Quantification of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* in mycorrhizal bean plants and surrounding mycorrhizosphere soil using real time polymerase chain reaction and direct isolations on selective media. Phytopathology 93: 229-235.
- Garcia-Garrido JM, Ocampo JA (1988) Interaction between *Glomus mosseae* and *Erwinia carotovora* and its effects on the growth of tomato plants. New Phytol. 110: 551-555.
- Graham JH (2001) What do root pathogens see in mycorrhizas? New Phytol. 149: 357-359.
- Horuz S, Ocal A, Aysan Y (2018) Efficacy of hot water and chemical seed treatments on bacterial speck of tomato in Turkey. Fresenius Environ. Bullet. 27(5): 3185-3190.
- Huber D, Römheld V, Weinmann M (2012) Relationship between nutrition, plant diseases and pests. Nutritional Physiol. 10: 283-298.
- Karak S (2021) Mikorizal Fungus ve Vermikompost Uygulamalarının Patateste *Rhizoctonia solani* Kuhn. ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 62 sayfa.
- Karapire M (2014) Arbüsküler Mikorizal Fungusların Domateste Bakteriyel Benek Hastalığına (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) ve Bitki Gelişimine Etkileri. SDÜ, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, 54 s.
- Karnez E, Güldoğan Ö, Ercan N, Korkmaz K, Aysan Y (2021) Domateste bakteriyel benek hastalığının mücadelesinde vermicompost uygulamasının etkisi. MKÜ Tar. Bil. Derg. 26(3): 726-735.
- Klement Z, Mavridis A, Rudolph K, Vidaver A, Perobelon MCM, Moore LW (1990) Inoculation of plant tissues. In: Methods in Phytobacteriology (Eds: Z. Klement, K. Rudolph, D.C. Sands) 95-103. Akademiai Kiado, Budapest. 567p.
- Küçükyumuk Z, Gültekin M, Erdal İ (2014) Vermikompost ve mikorizanın biber bitkisinin gelişimi ile mineral beslenmesi üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Zir. Fak. Derg. 9(1): 51-58.
- Lelliott RA, Stead DE (1987) Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants. In: Methods in Plant Pathology (Ed: T. F. Preece, Series editor) 2: 219.
- Menge JA, Timmer LW (1982) Procedure for inoculation of plants vesicular-arbuscular mycorrhizal in laboratory green house and field. In: Methods and Principles of Mycorrhizal Research (Ed.: N.C. Schenck) American Phytopathological Society, St. Paul, 59-68.
- Mengüllüoğlu M, Soylu S (2012) Antibacterial activities of essential oils from several medicinal plants against the seed-borne bacterial disease agent *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Res. Crops 13: 641-646.
- Min YY, Soe KK, Aung MZ, Naing TAA (2016) Evaluation of different control measures on bacterial wilt of tomato caused by *Ralstonia solanacearum*. J. Agric. Res. 4(1): 113-116.
- Monther MT (2009) Mechanisms Involved in The Biological Control of Tomato Bacterial Wilt Caused by *Ralstonia solanacearum* Using Arbuscular Mycorrhizal Fungi. Universiti Putra, Ph. D. Thesis, 25p.
- Özgen H, Biçici M, Erkiç A (2001) The effect of salicylic acid and endomycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* on plant development of tomatoes and *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*. Turk. J. Agric. For. 25: 25-29.
- Saleeb PG, Drake SK, Murray PR, Zelazny AM (2011) Identification of mycobacteria in solid-culture media by Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization-Time of Flight Mass Spectrometry. J. Clin Microbiol. 49: 1790-1794.
- Singhal N, Kumar M, Kanaujia PK, Virdi JS (2015) MALDI-TOF mass spectrometry: an emerging technology for microbial identification and diagnosis. Front. Microbiol. 6: 791.
- Soylu EM, Soylu S, Kara M, Kurt Ş (2020) Sebzelede sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermicomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. KSU. Tar. ve Doğa Derg. 23(1): 718.

- Spann TM, Schumann AW (2019) Mineral Nutrition Contributes to Plant Disease and Pest Resistance. One of a Series of the Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, IFAS Extension, This document is HS1181. Retrieved December 15, 2021, from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fedis.ifas.ufl.edu%2Fpdf%2FH5%2FH5118100.pdf&clen=887831&chunk=true
- Sülü SM (2020) Karpuz bakteriyel fide yanıklığı hastalığının (*Acidovorax Citrulli*) biyolojik mücadelesinde endofit ve epifit bakterilerin etkinliklerinin araştırılması. Doktora Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, 121 s.
- Sülü SM, Bozkurt İA, Soylu S (2016) Bitki büyüme düzenleyici ve biyolojik mücadele etmeni olarak bakteriyel endofitler. MKÜ Zir. Fak. Derg. 21: 103-111.
- Şahin B, Aydın R, Soylu S, Türkmen M, Kara M, Akkaya A, Çetin H, Ayyıldız E (2022) The effect of *Thymus syriacus* plant extract on the main physical and antibacterial activities of ZnO nanoparticles synthesized by SILAR Method. Inorg. Chem. Commun. 135: 109088.
- Tahat MM, Othman R, Sijam K (2012) The potential of endomycorrhizal fungi to control tomato bacterial wilt *Ralstonia solanacearum* under glass-house conditions. Afr. J. Biotech. 11(67): 13085-13094.
- Uysal A, Kurt Ş, Soylu S, Soylu EM, Kara M (2019) Yaprığı yenen sebzelerdeki mikroorganizma türlerinin MALDI-TOF MS (Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi) tekniği kullanılarak tanınması. YYÜ. Tar. Bil. Derg. 29: 595-603.
- Ülke G (2003) Domates Öz Nekrozu etmenleri *Pseudomonas cichorii* ve *Pseudomonas corrugata*'nın tanısı, epidemiyolojileri ve entegre mücadelesi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, 122 s.
- Üstün N (2000) Ege bölgesi domates seralarında öz nekrozu hastalığına neden olan bakteriyel etmenler üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, 151 s.
- Üstün N, Saygılı H (2001) Tomato pith necrosis in greenhouses in aegean region of Turkey. 17 th Annual Tomato Diseases Workshop, 8-9 November, West Palm Beach, Florida.
- Üstün N, Saygılı H (2002). Effect of nitrogen, potassium, high relative humidity and low night temperatures on the incidence of pith necrosis of tomatoes. J. Turkish Phytopathol. 31(3): 125-136.
- Yanar Y, Yanar D, Gebologlu N (2011) Control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on tomato by foliar sprays of liquid potassium silicate (K₂O₃Si). Afr. J. Biotech. 10(16): 3121-3123.
- Yıldız A (2009) Mikoriza ve arbüsküler mikoriza bitki sağlığı ilişkileri. AMÜ. Zir. Fak. Derg. 6(1):91-101.
- Zhu HH, Yao Q (2004) Localized and systemic increase of phenols in tomato roots induced by *Glomus versiforme* inhibits *Ralstonia solanacearum*. J. Phytopathol. 152: 537-542.



Determination of yield and some quality characteristics of hybrid melon cultivar candidates in Konya ecological conditions

Konya ekolojik koşullarında hibrit kavun çeşit adaylarının verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi

Banu ÇİÇEK ARI¹ , Necibe KAYAK¹ , Ünal KAL² , Neslihan ISSI¹ , Önder TÜRKMEN^{2,3} , Yeşim DAL² ,
Ertan Sait KURTAR² , Musa SEYMEN² 

¹Selçuk University, Institute of Science, Department of Horticulture, Konya, Turkey.

²Selçuk University, Horticulture Department of Agriculture Faculty, Konya, Turkey.

³Necmettin Erbakan University, Agriculture Faculty, Konya, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.1060653](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1060653)

Geliş tarihi /Received:20.01.2022

Kabul tarihi/Accepted:10.05.2022

Keywords:

Cucumis melo, PCA, characterization, genetic variation.

 Corresponding author: Necibe KAYAK

 necibe.kayak@gmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: It was aimed to determine some yield and quality characteristics of 85 hybrid melon cultivar candidates in Konya, which is one of the most Altınbaş melon growing regions of Turkey.

Methods and Results: This study was carried out in the research and application area of Selçuk University Faculty of Agriculture between May and August 2021. In the experiment, 85 Altınbaş hybrid melon cultivar candidates, obtained as a result of crosses with genotypes showing superior characteristics from a large genetic pool, were used by Selko-Tarım company, which carries out R&D studies on different vegetable species in Antalya. There was a positive correlation between the yield per plant and the number of fruits and fruit length that directly affect the yield. In addition, while the increase in fruit number caused a decrease in fruit weight, a negative significant correlation was found between these two characteristics.

Conclusions: As a result of PCA, the study was explained as high as 75.94% in 6 components. It was determined that hybrid melon cultivar candidates 73, 61, 35, 27, 23, 18 and 30, located at the positive intersection of the components of PC3 and PC4, showed superior characteristics in terms of yield and fruit quality and were promising genotypes.

Significance and Impact of the Study: Some yield and quality characteristics of 85 hybrid melon cultivar candidates were revealed in Konya ecological conditions.

Atıf / Citation: Arı BC, Kayak N, Kal U, Issı N, Türkmen O, Dal Y, Kurtar ES, Seymen M (2022) Determination of yield and some quality characteristics of hybrid melon cultivar candidates in Konya ecological conditions. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 309-317. DOI: 10.37908/mkutbd.1060653

INTRODUCTION

Melon (*Cucumis melo* L.) is an economically important moderate climate vegetable species in the *Cucurbitaceae* family, which is widely grown and consumed all over the world. Although originally thought to originate in Africa, recent data suggest that

melon and cucumber may be of Asian origin. 28.467.920 tons of melon is produced in the world. Turkey, on the other hand, ranks second after China with a production of 1.724.856 tons (FAO, 2020). 22.8% of the production in our country is made in the Mediterranean region, 19.4% in the Aegean region, 19% in the Central Anatolia region and the rest in other

regions. While most of the production is done in the open, more greenhouse cultivation is done in the Mediterranean region (TUIK, 2020).

While melon contains low protein and fat in terms of nutritional value, it contains plenty of carbohydrates and sugar. It is also rich in vitamins and minerals such as vitamins A, B, C, calcium, potassium, iron, and magnesium (Salunkhe and Kadam, 1998). It is an important vegetable in terms of economy, and besides fresh consumption, it is also used such as fruit juice and fruit salad. In addition, some varieties are used as ornamental plants and some are used in the cosmetics industry (Wien, 1997).

Melon flowers can be in monocious, andromonocious, gynoeocious and hermaphrodite structures. Melon is a highly open pollinated species due to this difference in flower structure. For this reason, it is important to prefer standard or hybrid cultivar in melon cultivation, to preserve the genetic structure and to obtain yield and quality at certain standards. The development of open pollinated or hybrid cultivar is among the essential issues for successful melon cultivation.

Traditional breeding methods such as selection, hybridization, backcrossing, and mutation have been preferred to develop new varieties for melon. Local cultivars and hybrid cultivars available in the market are mostly used in production (Solmaz et al., 2010). Although the local cultivars preferred in melon production are better in terms of quality, hybrid cultivars replace local cultivars in the cultivation areas in terms of being more productive, more resistant to diseases and pests, and adapting to the different environmental conditions (Ünlü et al., 2017). However, selection studies are carried out by many researchers from different regions of Turkey to prevent the loss of rich local melon populations and to ensure that the selected materials are used in breeding studies (Şensoy, 2005).

Altınbaş melons are a group of melons that are widely grown in Turkey and have economic importance. It is known by different names in many parts of Turkey. These melons are odorless melons belonging to the winter melon group. The rind is thick, has dark green spots, and spotted fruits on a yellow background (Kaçar et al., 2018). Altınbaş group melons can be easily grown in many parts of Turkey in open field conditions. Although many breeding studies have been carried out in Altınbaş melons, there is still a need for newly developed hybrid varieties.

Kaçar et al. (2018) conducted a crossbreeding program using inbreed lines in a study they conducted on Altınbaş melons and developed a total of 49 hybrids.

Plant growth, total yield, and fruit characteristics of hybrids were investigated in open field conditions for two years. As a result, some developed hybrids were found promising in terms of the investigated parameters, and new Kırkağaç hybrids were found suitable for registration. Similarly, Dal et al. (2017), in a study they conducted, collected from different regions of Turkey landrace brought to the S4 level by selfing took the morphological observations of 68 cultivar candidates. Using UPOV parameters in morphological characterization, the researchers emphasized that there are important differences in the existing gene pool and a breeding program can be created. In another study, 54 hybrid and 10 open-pollinated cultivars were used in Turkey to characterize the commercial melon cultivar morphologically and to determine the relationship of relative between them. They examined 70 morphological traits in their study to determine morphological diversity. As a result of the study, it was determined that there is a large variation among the varieties (Ermiş and Aras, 2017). Solmaz et al. (2010) collected 78 different melon genotypes from the Eastern and Central Anatolian regions of Turkey and characterized them for 68 morphological features according to UPOV parameters. It was observed that there is a great diversity in terms of characteristics.

In many regions of Turkey, the Altınbaş melon type, which is grown in open field conditions, is still the subject of breeding studies as well as conducting many research. In hybrid cultivar breeding, quality characteristics such as fruit shape, storage life, sugar content, and aroma, as well as yield and resistance to diseases, are among the subjects that have been studied extensively. In addition, cultivar development tolerant to adverse environmental conditions (drought, salinity, lime, high temperature, flooding, etc.) that negatively affect productivity and plant growth in agricultural lands is among the important approaches. In this study, it was aimed to determine some yield and quality characteristics of 85 hybrid cultivar candidates, which were produced by crossing candidates with superior characteristics from a large gene pool, under Konya ecological conditions.

MATERIALS and METHODS

This study was carried out in the research and application area of Selçuk University Faculty of Agriculture between May and August 2021. The climate data of the trial period were taken from the climate station in the trial area. When the data received are examined, the average temperature was between 17.3-

23.8°C, the highest temperature was 40.3°C in June, and the lowest temperature was 11.2°C in June. It was observed that the highest precipitation occurred in August (Table 1). The soil analysis showed that pH:7.51,

EC:199, organic matter 1.2% and soil structure is a loamy texture. Climate and soil characteristics are suitable for melon production (Table 1).

Table 1. Meteorological data of region during experimental year

Month	Max. Temp. (°C)	Min. Temp. (°C)	Mean Temp. (°C)	Mean wind speed (m s ⁻¹)
May	35.9	6.7	18.4	2.4
June	40.3	11.2	21.6	0.8
July	36.2	13.1	23.8	2.8
Aug.	35.2	12.8	23.7	2.4

In the experiment, 85 Altınbaş hybrid cultivar candidates, obtained as a result of crosses between genotypes showing superior characteristics from a large genetic pool, were used by Selko-Tarim company, which carries out Ar-Ge studies on different vegetable species in Antalya. In the study, 4 fathers and 50 females were designed as individuals. However, only 85 genotypes with varietal characteristics were evaluated in this study.

ion system was installed. Seedlings of each genotype were planted separately, and the seedlings were grown and the seedlings that reached the planting size were planted on the field on May 11, 2021. 15 seedlings from each genotype were planted in rows with 100 cm and between row spacing 200 cm. The experiment was carried out on an area of approximately 2550 m². Plant were irrigation according to the needs of the plant. After the seedlings reached certain heights, hoeing was done three times according to root neck filling and weed growth. The fungicide "Luna Tranquility" was applied against root rot with drip irrigation 10 days after planting. Five days after this application, 3.5 kg da⁻¹ of MAP (monoammonium phosphate) and 400 ml da⁻¹ of humic acid were given by drip irrigation. In the following fertilization, humic acid and 200 g da⁻¹ MgO (magnesium oxide) was applied in the same way. Fruits at harvest time were made at once for all plants to determine yield, and measurements were taken by sampling five fruits for fruit characteristics. Yield per plant (kg), number of fruits per plant (pieces), average fruit weight (kg), fruit width (cm), fruit length (cm), fruit flesh thickness (mm), fruit rind thickness (mm), fruit rind color (L, a, b), fruit flesh color (L, a, b) were determined. In the experiment, yield and fruit measurements taken from 85 different Altınbaş melon cultivar candidates were subjected to principal components analysis (PCA) in the JMP-14 computer package program. The distinctions between genotypes were determined by examining the Score Plot graph created in line with the components obtained because

of the analysis.

RESULTS and DISCUSSION

In the study, the average yield per plant of 85 melon cultivar candidates was 4.37 kg. While the highest yield per plant was obtained from genotype 73 with 6.76 kg, genotypes 61 and 37 were the genotypes with the highest yield per plant with 6.07 and 6.02 yields. When the number of fruits per plant was examined, an average of 1.91 fruits were obtained. The genotypes with the highest fruit number were 73 (3.25 fruits/per plant), 29 (2.67 fruits/per plant) and 59 (2.60 fruits/per plant) genotypes, respectively. Considering the fruit weight, the highest fruit weights were recorded in 137 with 3.92 kg, 84 with 3.51 kg, and 103 with 3.33 kg, and the average fruit weight was obtained as 2.35 kg. When the table is examined, the highest fruit width was determined as 20.50 cm (84 genotype) and the lowest 14.75 cm, the average width is 17.74 cm.

Considering the fruit length, it was observed that the average was 19.45 cm and the genotypes with the highest fruit length were 26.75 cm and 27 numbered genotypes, the lowest 15.75 cm 70 genotype.

When the fruit flesh thickness was examined, it was seen that the average was 32.27 mm. The genotype with the highest fruit flesh thickness was 42.94 mm for 65 genotypes, while the genotype with the lowest fruit flesh thickness was 25.03 mm with 79. The average value of the fruit rind thickness was found to be 7.84 mm. The genotype with the highest fruit rind thickness was 11.03 mm for 35 genotypes, while the genotype with the lowest fruit rind thickness was 5.64 mm with 102. When the average of soluble solid contents (SSC) in the fruit was considered, it was found to be 9.23. The highest amount of water-soluble dry matter was obtained from genotype 34 (12.60), and the lowest genotype 93 (5.40). Fruit rind color the highest were 84 genotypes with 71.61 in L value and the lowest 84 genotypes with 49.54. The average fruit rind color a*

value is 7.86, the cultivar candidate with the highest value is 122 with 37.21, and the cultivar candidate with the lowest value is 133 with -3.89. The average fruit rind color b* value is 54.03, the cultivar candidate with the highest value is 116 with 73.80, and the cultivar candidate with the lowest value is 118 with 38.11. The

highest fruit flesh color L, a*, b* values were found in genotype 21 (80.91), genotype number 89 (0.76), and genotype number 65 (17.96). The lowest fruit flesh color L, a*, b* values were found in genotype 65 (51.11), genotype number 121 (-11.4), and genotype number 98 (7.83). (Table 2).

Table 2. Some fruit characteristics of Altınbaş hybrid melon cultivar candidates in Konya ecological conditions

CC	YYP	FNPP	AFW	FW	FL	FFT	FST	SSC	FRC L	FRC a	FRC b	FFC L	FFC a	FFC b
7	4.39	1.73	2.54	18.00	20.00	36.49	7.46	11.40	59.13	10.35	54.19	58.61	-5.81	14.79
9	4.80	2.18	2.20	17.00	17.75	33.53	10.68	10.80	57.19	9.04	46.54	56.78	-4.23	12.02
11	4.39	1.92	2.29	17.25	17.50	34.77	8.81	11.80	58.09	5.65	52.18	59.44	-4.52	13.22
13	3.80	2.18	1.74	18.00	17.50	32.27	6.31	10.50	61.53	9.65	59.15	54.64	-5.33	14.89
19	4.08	1.75	2.33	19.75	19.00	31.27	8.53	10.00	57.53	6.29	47.29	62.34	-6.06	15.36
21	4.42	2.22	1.99	17.50	21.75	30.35	8.86	7.50	59.21	8.25	52.94	80.91	-6.14	14.49
22	3.05	1.20	2.54	17.00	18.00	27.88	7.21	8.60	52.04	0.64	48.29	68.80	-5.92	17.69
23	4.63	2.25	2.06	19.75	18.75	29.95	8.94	8.80	54.88	7.01	47.43	61.59	-4.65	12.44
25	4.36	2.55	1.71	18.00	22.00	40.19	9.65	10.02	66.30	8.81	62.27	60.88	-3.64	10.55
26	4.26	1.83	2.32	17.00	22.50	34.28	7.36	7.80	62.92	6.37	58.05	59.48	-4.59	13.17
27	5.04	2.50	2.02	15.25	26.75	29.04	9.51	8.30	65.54	10.26	53.57	62.09	-4.10	12.41
28	2.48	1.86	1.34	16.00	17.50	31.19	6.75	11.70	57.86	8.44	51.86	61.68	-3.73	12.56
29	4.26	2.67	1.60	16.50	17.00	29.34	6.82	6.50	65.05	9.86	59.03	61.19	-4.77	12.46
30	5.64	2.33	2.42	18.25	20.50	31.28	8.30	10.03	59.09	6.21	52.49	55.20	-5.59	14.07
34	3.85	1.67	2.31	17.25	17.25	28.08	8.94	12.60	63.51	6.78	56.45	64.00	-4.06	11.96
35	4.36	1.91	2.28	19.50	23.50	30.37	11.03	9.20	54.40	4.13	44.76	58.27	-4.08	11.53
36	3.03	1.83	1.65	19.00	20.00	31.18	8.88	9.10	62.25	3.10	53.36	63.06	-7.22	17.58
37	6.02	2.44	2.46	19.00	18.75	40.38	10.73	11.70	55.73	9.37	41.58	59.98	-2.74	9.58
45	4.93	2.50	1.97	17.50	18.75	39.19	6.40	9.60	65.80	5.82	60.09	67.79	-4.81	13.13
47	4.30	2.40	1.79	16.25	18.50	28.25	6.11	8.40	64.49	10.16	63.01	59.57	-4.27	11.97
49	3.81	1.75	2.18	18.25	16.75	35.94	6.24	7.90	56.18	10.93	48.27	52.64	-6.53	15.61
51	4.08	2.27	1.80	18.00	18.75	31.00	7.68	6.40	68.28	-0.55	57.33	64.52	-6.11	15.72
53	4.34	2.25	1.93	16.65	18.50	37.29	7.79	10.60	55.47	-3.54	46.08	60.97	-4.84	12.47
58	4.88	2.30	2.12	17.25	19.00	31.50	6.98	12.50	52.89	8.75	53.00	59.33	-2.88	9.34
59	4.62	2.60	1.78	14.75	17.25	29.20	7.46	9.23	51.65	4.61	39.34	62.59	-4.89	13.20
60	4.02	1.56	2.58	17.00	19.25	27.75	7.71	9.70	59.46	2.59	50.14	72.39	-5.32	13.68
61	6.07	2.45	2.47	16.75	24.75	25.49	9.30	8.40	58.72	9.66	54.77	73.26	-4.83	12.32
62	4.62	2.00	2.31	16.00	17.25	31.95	6.43	10.20	62.90	10.66	59.45	60.82	-4.96	13.47
63	4.70	2.33	2.01	17.75	19.50	27.49	9.65	7.90	65.73	6.89	61.11	69.78	-4.91	13.11
65	5.27	2.18	2.42	17.25	20.75	42.94	7.18	10.10	54.93	11.99	48.39	51.11	-8.07	17.96
66	3.35	1.20	2.79	18.75	22.75	32.38	7.62	9.20	68.02	10.97	64.54	69.86	-2.10	10.31
67	4.02	1.78	2.26	17.75	21.25	28.88	7.53	10.10	69.70	9.30	67.42	69.09	-3.22	10.49
68	2.47	1.60	1.54	15.25	16.00	26.11	7.57	11.50	53.09	2.37	42.11	58.75	-5.36	13.96
69	2.61	1.44	1.81	17.50	18.00	30.78	7.73	8.90	59.66	6.47	55.15	58.06	-5.38	13.53
70	3.15	1.64	1.93	16.25	15.75	32.25	7.26	10.50	53.71	4.14	43.66	63.32	-4.93	12.56
71	4.11	2.18	1.88	17.50	19.00	34.15	9.69	9.40	61.36	13.34	51.73	59.22	-3.51	11.01
73	6.76	3.25	2.08	17.00	17.75	33.49	10.17	10.60	60.83	10.44	57.47	57.06	-3.69	10.26
74	3.82	1.50	2.55	17.25	19.75	29.44	8.55	10.52	56.00	10.42	46.61	54.14	-7.27	16.90
75	4.22	1.73	2.44	18.50	17.00	31.24	10.20	11.30	50.94	6.62	38.49	63.34	-4.12	11.03
77	4.82	2.38	2.03	16.00	17.25	30.69	6.63	11.40	54.14	5.79	47.42	61.24	-5.28	14.08
79	3.95	1.80	2.19	15.50	20.25	25.03	6.76	8.10	67.43	11.68	63.82	62.40	-6.79	16.57
82	3.79	1.67	2.27	17.00	17.75	31.36	7.15	11.20	65.40	11.91	61.81	66.26	-5.31	17.02
83	4.04	1.80	2.24	18.75	18.50	33.29	9.51	9.90	55.08	9.77	43.46	64.83	-5.77	15.00
84	4.82	1.38	3.51	20.50	22.50	27.14	9.00	8.30	71.61	7.76	61.60	61.43	-5.37	16.09
85	4.87	2.09	2.33	18.00	17.50	26.47	7.01	6.80	58.24	5.84	48.13	63.93	-4.68	12.39
87	5.65	2.09	2.70	18.75	18.75	33.19	5.73	9.10	59.55	6.67	51.42	57.37	-6.54	16.06

Table 2 (continued). Some fruit characteristics of Altınbaş hybrid melon cultivar candidates in Konya ecological conditions

88	5.52	1.88	2.95	19.00	25.00	41.36	5.96	9.10	65.58	8.00	65.68	68.78	-4.12	10.65
89	4.14	1.78	2.33	18.25	17.25	33.78	7.68	6.90	59.25	5.85	50.89	65.09	0.76	19.51
90	4.90	1.67	2.94	17.75	20.00	33.51	8.65	10.00	65.27	14.61	64.74	63.95	-3.08	9.51
91	4.82	2.00	2.41	18.75	19.75	29.86	8.54	9.90	61.29	11.54	55.13	60.79	-4.93	12.26
92	3.48	1.67	2.09	17.75	19.25	32.95	7.84	10.20	61.98	14.98	58.82	53.69	-4.46	11.61
93	5.54	2.56	2.17	18.50	20.50	33.36	5.78	5.40	65.67	7.20	63.49	72.79	-8.31	13.70
94	4.11	1.75	2.35	17.75	16.75	33.50	8.34	8.80	61.84	14.02	61.73	57.40	-3.62	10.32
95	4.73	2.27	2.08	19.00	18.25	33.96	8.21	8.10	64.17	3.15	59.47	62.97	-5.26	14.33
96	3.77	1.29	2.93	20.25	18.50	40.71	8.92	9.10	60.54	1.29	54.66	68.78	-4.12	10.65
97	4.53	2.10	2.16	19.50	19.00	32.40	9.56	11.20	64.12	9.64	62.71	66.54	-4.19	11.64
98	3.75	1.44	2.60	18.25	19.75	36.94	7.11	8.70	59.97	6.20	59.06	58.22	-2.12	7.83
99	5.29	2.09	2.53	18.75	20.50	33.75	7.67	10.40	61.62	8.93	55.18	64.47	-5.24	13.48
101	4.95	2.18	2.27	17.50	19.25	27.62	9.18	11.10	58.30	6.65	52.49	68.61	-5.06	12.75
102	3.20	1.10	2.91	16.75	17.75	37.03	5.64	8.90	70.22	3.03	68.83	57.70	-4.01	10.07
103	5.42	1.63	3.33	19.75	20.50	35.15	7.85	6.20	57.57	1.04	50.33	65.31	-4.77	12.93
104	3.39	1.17	2.91	18.25	16.00	38.50	6.90	10.30	60.69	16.59	61.06	53.58	-5.07	12.58
105	4.65	1.83	2.53	18.50	20.00	28.53	8.20	8.00	69.38	11.04	64.14	57.00	-2.85	11.02
107	5.05	2.18	2.31	17.50	21.75	31.84	7.40	6.90	62.53	15.79	61.80	62.44	-4.64	13.03
111	4.44	1.91	2.33	17.74	19.45	28.74	6.44	10.70	54.56	6.07	47.72	63.60	-4.81	13.15
112	3.64	1.25	2.91	17.75	20.00	27.68	7.50	9.60	65.51	3.96	62.85	62.06	-3.31	10.54
113	5.23	2.00	2.62	17.74	19.45	36.55	6.99	8.40	60.28	7.86	54.03	66.76	-4.42	11.12
114	3.71	1.33	2.79	16.50	17.00	28.82	6.51	9.23	53.69	6.83	44.09	62.59	-4.89	13.20
115	4.63	2.18	2.12	17.75	17.50	31.17	6.74	9.23	60.68	9.99	56.61	62.59	-4.89	13.20
116	3.79	1.40	2.71	17.00	20.75	32.27	6.59	7.90	63.69	10.79	73.80	62.05	-5.11	13.08
117	4.28	1.45	2.94	17.50	19.25	39.18	6.33	10.10	49.54	5.47	37.15	61.59	-5.86	13.94
118	3.83	1.33	2.87	20.25	24.25	36.53	8.70	9.20	50.90	3.01	38.11	62.13	-4.85	12.70
119	3.92	1.83	2.14	19.75	19.25	35.92	7.46	10.00	53.78	0.89	45.76	59.70	-6.09	14.64
121	4.25	1.50	2.83	19.00	19.25	34.72	8.94	8.60	66.29	4.68	57.83	58.75	-11.4	14.84
122	4.36	2.20	1.98	15.00	18.50	27.00	6.63	8.60	66.81	37.21	60.29	65.74	-5.26	12.99
123	5.38	2.25	2.39	17.25	22.50	30.75	7.96	8.60	56.91	12.31	55.63	60.07	-4.62	15.11
127	5.17	2.17	2.38	15.50	20.75	32.64	8.69	7.90	57.24	10.51	49.27	65.16	-5.07	12.85
128	3.97	1.40	2.84	18.00	22.75	33.94	9.22	10.70	66.64	16.59	61.10	59.23	-5.39	15.86
129	3.62	2.00	1.81	18.25	18.75	35.77	9.76	7.90	60.00	4.29	53.99	63.53	-6.16	16.32
133	3.09	1.64	1.89	17.25	19.00	31.84	7.37	5.90	60.56	-3.89	47.27	65.56	-7.00	17.13
134	3.86	1.40	2.75	18.50	18.00	25.75	6.66	10.40	63.97	6.56	51.20	59.76	-3.35	10.97
135	3.57	1.57	2.27	18.75	18.00	31.34	9.15	7.00	51.20	1.49	40.47	71.67	-5.69	14.86
137	5.88	1.50	3.92	18.25	19.00	33.25	5.80	7.30	52.58	5.28	40.05	68.93	-4.65	13.25
138	5.63	2.00	2.82	16.50	21.00	31.20	4.10	6.30	60.28	7.86	54.03	63.81	-5.53	13.31
139	5.00	2.00	2.50	18.50	24.50	27.91	7.75	8.00	65.15	9.15	63.90	72.64	-3.64	10.88
Av.	4.37	1.91	2.35	17.74	19.45	32.27	7.84	9.23	60.28	7.86	54.03	62.59	-4.89	13.20

CC (Candidate Cultivar), YPP (yield per plant (kg)), FNPP (Fruit number per plant (pieces)), AFW (Average fruit weight (kg)), FW (Fruit width (cm)), FL (Fruit length (cm)), FFT (Fruit Flesh thickness (mm)), FRT (Fruit rind thickness (mm)), SSC (soluble solid contents), FR L (Fruit rind color L), FR a (Fruit rind color a), FR b (Fruit rind color b*), FF L (Fruit flesh color L), ME a (FF color a*), FF b (Fruit flesh color b*)

In a study in which 30 inbred lines and 1 commercial cultivar were used in Altınbaş group melons, it was reported that fruit weight varied between 354.17 g - 3840.42 g. The fruit width was found to be between 9 cm and 18.07 cm, the wall thickness was between 2.48 cm and 6.16 cm, and the SSC value was between 6.71% and 11.67% (Aydın, 2013). In another study, it was reported that the highest yield per plant was 10.17±4.12 kg and the lowest yield per plant was 5.025±3.46 kg in 21 hybrid cultivar candidates. The

longest fruit was found as 32.55±3.50 cm and the shortest fruit was as 25.58±2.50 cm. They reported that the highest fruit rind thickness was 8.45±0.50 mm (Seçim, 2019). Esiyok et al. (2005) determined the performance of five different hybrid cultivars in different regions, and they achieved an average yield of 1.95 kg/plant in Bornova and 4.11 kg/plant in Çine. In terms of fruit number, they reported that they obtained an average of 2.14 fruits per plant in Bornova and 3.31 in Çine. Kayak et al. (2020) determined some features

of 83 F1 melon genotypes in a study they conducted. In F1 melons, the highest yield per plant was 9.84 kg, the highest fruit weight was 5.44 kg, the highest fruit length was 31.63 cm, the highest fruit width was 19.63 cm and SSC was between 6.8-13.02. Dal et al. (2017). When the studies are examined, it is seen that the melon genetic pools have a wide genetic variation and there are great differences in terms of measurements and observations. This situation is seen as an advantage when genetic diversity is high in cultivar breeding. As a result of the correlation analysis, significant correlations between yield and fruit measurements were determined in 85 hybrid melon cultivar candidates (Table 3). It was seen that there was a positive

correlation between the yield per plant and the number of fruits and fruit length, which directly affect the yield. In addition, while the increase in fruit number caused a decrease in fruit weight, a negative significant correlation was found between these two characteristics. The increase in fruit width affected the fruit weight positively, and a positive correlation was found between these two parameters. When fruit rind color measurements were examined, a high positive correlation was found between L, a* and b* values. In the flesh color measurements, it was observed that there was a high positive correlation between the a* value and the b* value in the flesh.

Table 3. Correlation between some fruit traits of Altınbaş hybrid melon cultivar candidates

	YYP	FNPP	AFW	FW	FL	FFT	FST	SSC	FRC L	FRC a*	FRC b*	FFC L	FFC a*	FFC b*
YYP														
FNPP	0.624													
AFW	0.287	-0.552												
FW	0.088	-0.253	0.397	1.000										
FL	0.346	0.064	0.274	0.197	1.000									
FFT	0.115	-0.029	0.176	0.313	0.017	1.000								
FST	0.071	0.166	-0.139	0.293	0.179	-0.004	1.000							
SSC	-0.131	-0.042	-0.112	-0.076	-0.242	0.100	0.231	1.000						
FRC L	0.014	0.027	0.032	0.030	0.266	-0.109	-0.071	-0.224	1.000					
FRC a*	0.174	0.153	-0.007	-0.250	0.097	-0.089	-0.030	0.113	0.312	1.000				
FRC b*	0.025	0.018	0.037	-0.018	0.246	-0.040	-0.184	-0.157	0.884	0.386	1.000			
FFC L	0.120	0.040	0.076	0.045	0.262	-0.236	0.025	-0.328	0.087	-0.169	0.053	1.000		
FFC a*	0.044	0.010	0.052	-0.006	0.024	-0.018	0.107	0.161	0.083	0.120	0.142	0.053	1.000	
FFC b*	-0.178	-0.086	-0.114	-0.018	-0.093	-0.089	-0.112	-0.216	-0.142	-0.145	-0.227	-0.020	-0.558	1.000

CC (Candidate Cultivar), YPP (yield per plant (kg)), FNPP (Fruit number per plant (pieces)), AFW (Average fruit weight (kg)), FW (Fruit width (cm)), FL (Fruit length (cm)), FFT (Fruit Flesh thickness (mm)), FRT (Fruit rind thickness (mm)), SSC (soluble solid contents), FR L (Fruit rind color L), FR a (Fruit rind color a), FR b (Fruit rind color b*), FF L (Fruit flesh color L), ME a (FF color a*), FF b (Fruit flesh color b*)

In the experiment, yield and fruit measurements taken from 85 melon hybrid cultivar candidates were subjected to PCA analysis and it was aimed to determine the important measurements that distinguish the genotypes from each other (Table 4). As a result of PCA, the data was explained as high as 75.94% in 6 components (Table 4). When the results were examined, the first component explained 18.17% of the study, and FL, FRC L, FRC a and FRC b parameters were positively explained. The second component explained 14.67% of the study, with AFW and FW being the parameters explained positively and FNPP being explained negatively. The third component explained 13.24% of the study, and YPP, FRT, FW and SSC were the parameters that explained positively, and FFC b

negatively. The fourth component explained 12.52% of the study, and YPP, FNPP and FFC L were the parameters that explained positively, and SSC and FW were the parameters that explained negatively. When the fifth component was examined, 9.24% of the study was explained, and there were features that explained FFT in the positive direction, and FFC L and FFC a* in the positive direction (Table 4). The sixth component explained 8.08% of the study, with AFW in the negative direction and FW and FST in the positive direction. Kayak et al. (2020) reported that 68.1% of the data was explained in three components in a study they conducted on 83 hybrid melon genotypes with similar characteristics.

Table 4. Principal component analysis of yield, quality and morphological characteristics of different melon cultivar candidates in Konya ecological conditions

Items	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6
Eigenvalue	2.544	2.0544	1.8545	1.7527	1.2945	1.1314
Percentage of variance	18.172	14.674	13.246	12.52	9.247	8.082
Cumulative variance	18.172	32.846	46.092	58.612	67.859	75.94
EigenVectors						
YYP	0.270	0.045	0.351	0.412	0.278	-0.293
FNP	0.139	-0.401	0.282	0.461	0.151	0.025
AFW	0.135	0.540	0.019	-0.143	0.110	-0.350
FW	0.030	0.518	0.169	-0.023	0.042	0.355
FL	0.351	0.252	0.073	0.241	-0.030	0.132
FFT	-0.045	0.243	0.252	-0.122	0.491	0.030
FRT	-0.018	0.033	0.411	0.103	-0.229	0.621
SSC	-0.177	-0.183	0.355	-0.366	0.039	0.123
FRC L	0.496	-0.054	-0.257	-0.143	0.042	0.296
FRC a*	0.301	-0.280	0.024	-0.162	0.275	-0.046
FRC b*	0.509	-0.083	-0.232	-0.213	0.090	0.182
FFC L	0.159	0.1499	-0.113	0.336	-0.534	-0.119
FFC a*	0.197	-0.064	0.330	-0.300	-0.402	-0.236
FFC b*	-0.264	0.044	-0.399	0.283	0.234	0.224

Similarly, Seymen (2020) reported that the first two components explained 72.82% of the data in the PCA. performed for the identification of 73 hybrid cultivar candidates in squash. In the study, F1 melon cultivar candidates were tried to be defined with the loading plot graph drawn from the first four components because of PCA made from yield and fruit parameters obtained from 85 melon cultivar candidates (Figure 1). Similar methods have been applied in different studies to identify genotypes in a large genetic pool (Seymen et al., 2019; Kayak et al., 2020; Seymen, 2020). When the figure is examined, the positive region of PC1 was the region explained in terms of fruit rind color. On the other hand, the positive region of PC2 was the region with the highest value in terms of fruit width and fruit weight. Genotypes 66, 84, 88 and 139 located at the intersection of both components came across as heavy fruited genotypes with high fruit color and fruit width. The positive region of PC3 is the genotypes with high yield, fruit rind thickness and SSC value. When the intersection point of the positive regions of PC2 and

PC3 was examined, genotypes 35, 75, 88, 96, 103, 117, 118 and 137 revealed genotypes with high fruit weight, fruit width, yield, SSC and rind thickness. PC4, on the other hand, genotypes with high yield and fruit number in its positive region. The positive region of PC3 and PC4 was defined as an important region for genotypes with superior yield and high fruit quality. When the positive intersection point of both components was examined, it was revealed that the hybrid melon cultivar candidates numbered 73, 61, 35, 27, 23, 18 and 30 showed superior characteristics in terms of yield and fruit quality. Kayak et al. (2020) reported that the G39 genotype, located in the positive region of both components, showed superior characteristics in terms of yield and fruit quality and could be a promising cultivar candidate in their melon study. Similarly, Seymen (2020) reported that the hybrid cultivar candidates 31x34, 23x28, 13x23, 38x40, 29x37, 30x31 and 23x29 and 40x29, located in the positive region of both components, are promising.

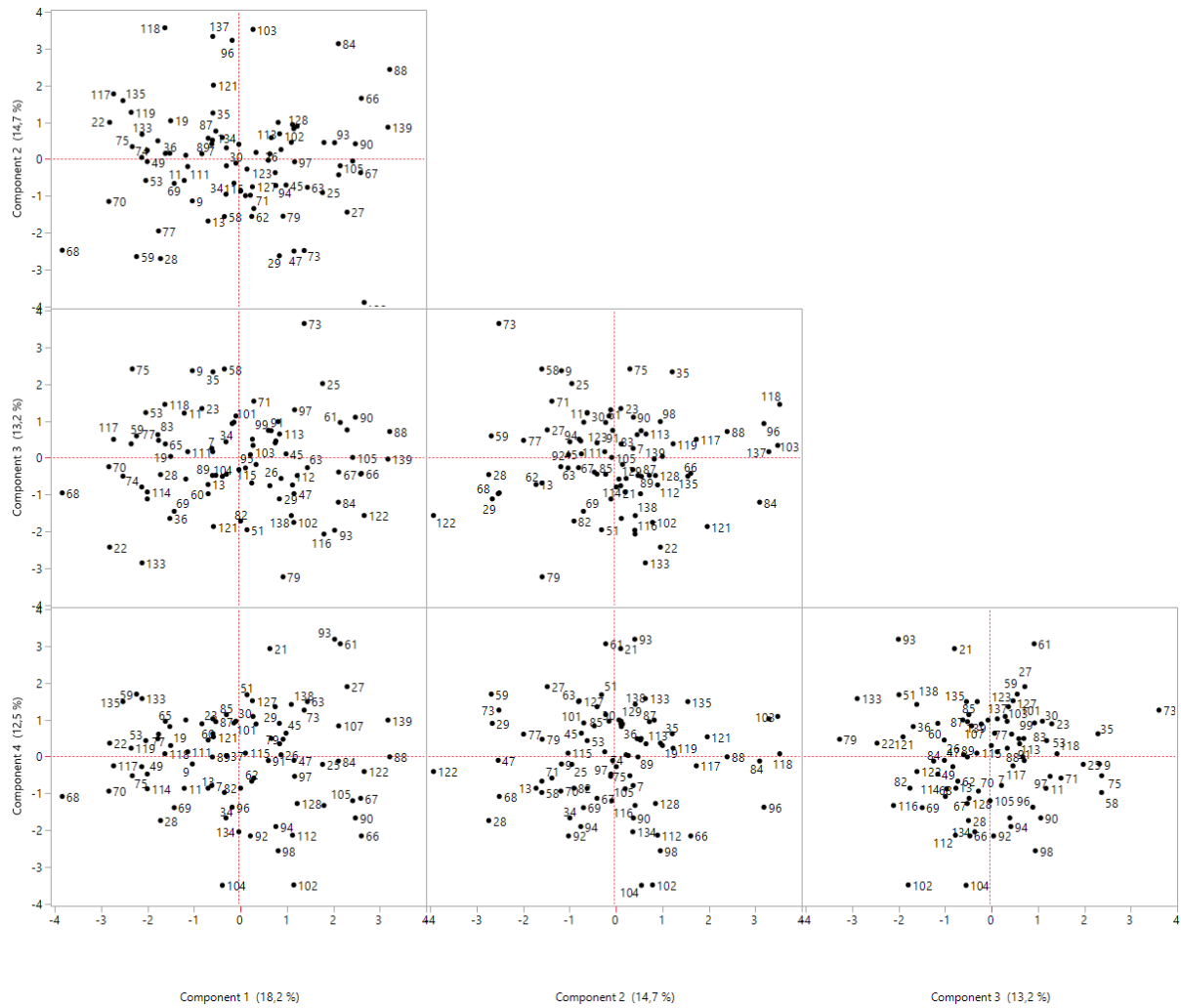


Figure 1. Score Plot plot drawn from PC1, PC2 and PC3 because of the principal components analysis of yield and quality parameters of different F1 melon cultivar candidates in Konya ecological conditions

In conclusion, with the study, some yield and quality characteristics of 85 hybrid melon cultivar candidates were revealed in Konya ecological conditions. It was seen that there was a positive correlation between the yield per plant and the number of fruits and fruit length that directly affect the yield. In addition, while the increase in fruit number caused a decrease in fruit weight, a negative high correlation was found between these two characteristics. As a result of PCA, the study was explained as high as 75.94% in 6 components. Hybrid melon cultivar candidates numbered 73, 61, 35, 27, 23, 18 and 30, located at the positive intersection of PC3 and PC4 components, showed superior characteristics in terms of yield and fruit quality and emerged as promising hybrids. The obtained cultivar candidates should be subjected to yield trials with hybrid Altınbaş cultivars grown in the region and superior cultivars should be determined. It is thought that the emerging cultivation candidate will make significant contributions to the agriculture of the

region.

ÖZET

Amaç: Çalışmada Türkiye’de en çok Altınbaş kavun yetiştirme bölgelerinden biri olan Konya’da 85 adet melez kavun çeşidi adayının bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Bu çalışma 2021 yılı Mayıs-Ağustos ayları arasında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama arazisinde gerçekleştirilmiştir. Denemede bitkisel materyal olarak Antalya’da farklı sebze türlerinde Ar-Ge çalışmaları yürüten Selko-Tarım şirketi tarafından geniş bir genetik havuzun içinden üstün özellikler gösteren genotiplerde yapılan melezlemeler sonucunda elde edilen 85 adet altınbaş kavun çeşit adayı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bitki başına verim ile meyve sayısı ve meyve boyu arasında verimi doğrudan etkileyen pozitif bir ilişki olduğu görülmüştür. Ayrıca meyve sayısındaki artış meyve

ağırlığında azalmaya neden olurken, bu iki özellik arasında negatif yüksek korelasyon bulunmuştur.

Genel Yorum: PCA sonucunda 6 bileşende çalışma %75.94 gibi yüksek bir oranda açıklanmıştır. PC3 ve PC4 bileşenlerinin pozitif kesişim noktasında yer alan 73, 61, 35, 27, 23, 18 ve 30 numaralı hibrit kavun çeşidi adaylarının verim ve meyve kalitesi açısından üstün özellikler gösterdiği ve gelecek vaat eden genotipler olduğu belirlendi.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Çalışma ile Konya ekolojik koşullarında 85 melez kavun çeşidi adayının bazı verim ve kalite özellikleri ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Cucumis melo*, PCA, karakterizasyon, genetic varyasyon.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Aydın E (2013) Altınbaş grubu kavunlarda turuncu meyve eti saf hatların karakterizasyonu ve beta karoten içeriklerinin tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD, 78 s.
- Dal Y, Kayak N, Kal Ü, Seymen M, Türkmen Ö (2017) Yerel kavun (*Cucumis melo* L.) genotiplerinin bazı morfolojik özellikleri. Akademik Ziraat Dergisi 6: 179-186.
- Ermiş S, Aras V (2017) Kavun (*Cucumis melo* L.) çeşitlerinin morfolojik karakterizasyonu ve akrabalık derecelerinin belirlenmesi. Akademik Ziraat Dergisi 6: 171-178.
- Eşiyok D, Bozokalfa MK, Boztok K (2005) Bazı kavun (*Cucumis melo* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 42(1): 25-33.
- FAO (2020) Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Retrieved from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Gunay A (1993) Özel sebze yetiştiriciliği. Cilt V, Ankara-Turkey.
- Kaçar Y, Sari N, Solmaz İ (2018) Altınbaş grubu kavunların dihaploidizasyon yöntemi ile saflaştırılması ve heterotik grupların oluşturularak F1 hibritlerin geliştirilmesi. TÜBİTAK TOVAG Proje Sayfa sayısı: 126, Proje no: 114O230.
- Kayak N, Dal Y, Kal Ü, Yaşar A, Kıymacı G, Türkmen Ö, Seymen M (2020) Determination of morphological and agronomic properties of some F1 melon potential variety candidates. IV. International Eurasian Agriculture and Natural Sciences Congress.
- Özçalabı R (1990) Kavun yetiştiriciliği. Tarım ve köy işleri bakanlığı, Ankara.
- Salunkhe DK, Kadam S (1998) Handbook of vegetable science and technology: Production, Composition, Storage and Processing, CRC press.
- Seçim A (2019) Bazı saf hat kırkağaç kavun (*Cucumis melo* L.) genotipleri ve hibritlerinin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis*'e dayanım, morfolojik karakterizasyon ve raf ömrü bakımından incelenmesi. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Seymen M (2020) Seed yield and characteristics in a half-diallel pumpkin population. Selcuk J. Agr. Food Sci. 34(3): 200-206.
- Seymen M, Yavuz D, Dursun A, Kurtar ES, Türkmen Ö (2019) Identification of drought-tolerant pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) genotypes associated with certain fruit characteristics, seed yield, and quality. Agric. Water Manag. 221: 150-159.
- Solmaz I, Sarı N, Mendi YY, Kacar Y, Kasapoglu S, Gursoy I, Suyum K, Kılıcı O, Serce S, Yıldırım E (2010) Characterization of some melon genotypes collected from eastern and central anatolia region of Turkey. Acta Hort. 871: 187-196.
- Şensoy S (2005) Türkiye'deki kavun genotiplerinde mevcut genetik varyasyonun ve önemli bazı fungal kökenli hastalıklara dayanıklılığın fenotipik ve moleküler yollarla araştırılması. Doktora Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- TÜİK (2020) Türkiye İstatistik Kurumu. Retrieved from www.tuik.gov.tr.
- Ünlü AH, Bilgiç HB, Eren H, Karagenç T (2017) Van ili civarında görülen *Helix lucorum* (Mollusca: Pulmonata)'da Dicrocoeliidae (Digenea) larval dönemlerinin yaygınlığı. Türkiye Parazitol. Derg. 1(4): 204.
- Wien H (1997) The Cucurbits: Cucumber, Melon, Squash and Pumpkin. Health-promoting properties of fruit and vegetables. 118-134

Yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin agro-morfolojik karakterizasyonu

Agro-morphological characterization of local bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

Aykut ŞENER¹, Muharrem KAYA¹

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1093427](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1093427)

Geliş tarihi /Received:25.03.2022

Kabul tarihi/Accepted:11.05.2022

Keywords:

Bean, genotype, population, characterization.

✉ Corresponding author: Aykut ŞENER

✉: aykutsener@isparta.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: This study aims to evaluate the performance of local bean genotypes collected from different provinces.

Methods and Results: The experiments were carried out in 2019 and 2020, using 68 bean genotypes and 5 cultivars (Akın, Akman98, Göynük98, Önceler98 and Yunus90) according to the augmented design. It was observed that there were significant variations among bean cultivars and genotypes in terms of all the characteristics examined. According to the research results in 2019, differences observed as follows; days to emergence 10.15-37.15 days, days to flowering 35.60-71.20 days, days to pod setting 53.65-84.85 days, chlorophyll contents 25.21-43.86 SPAD, plant heights 22.49-73.60 cm, pod lengths 6.75-14.35 cm, seed per pod 1.95-5.85, grain yield per plant 11.79-57.35 g and the harvest index %24.36-66.34. The results for the same characteristics in 2020 were as follows; days to emergence 10.75-33.95 days, days to flowering 31.80-84.60 days, days to pod setting 60.55-92.55 days, chlorophyll content 27.29-47.25 SPAD, plant height 30.01-173.9 cm, pod length 5.85-12.60 cm, seed per pod 2.56-6.86, grain yield per plant 5.58-68.34 g and the harvest index % 13.11-71.46.

Conclusions: It was determined that ISP5, ISP13, ISP18, ISP19, ISP21, ISP22, ISP23, ISP31, ISP32, ISP34, ISP35, ISP72, ISP98, BUR14, BUR20, BUR21, ESK3, KON5, MAN1, DEN2, KON16 and KON17 local genotypes showed higher performance than control cultivars in terms of seed per pod, grain yield per plant and harvest index.

Significance and Impact of the Study: It was concluded that there were promising local genotypes superior to the cultivars in all characteristics.

Atıf / Citation: Şener A, Kaya M (2022) Yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin agro-morfolojik karakterizasyonu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 318-330. DOI: 10.37908/mkutbd.1093427

GİRİŞ

Günümüzde yetersiz beslenme sorunları, dünyanın en önemli gündemlerinin başında gelmektedir. Nitekim 2021 yılı verilerine göre dünyada 811 milyon insan yetersiz beslenmiş ve açlıkla karşı karşıya kalmıştır (FAO, 2022). Asya'da, Sahra Altı Afrika'da ve Okyanusyada beslenme yetersizliği ve açlıktan ölümler devam etmektedir. Birçok ülkede milyarlarca insan dengeli ve yeterli beslenme için gerekli olan protein ağırlıklı gıdalara erişememektedir (Ünal, 2017). İnsan

beslenmesinde günlük protein açığının karşılanması ve geleceğin güvenli gıdaları arasında fabaceae familyasına dahil olan yemeklik baklagil türleri ön plana çıkmaktadır. Yemeklik baklagil türleri arasında, Dünya genelinde en fazla ekim alanına sahip olan baklagil cinsi kuru fasulye olup, toplam ekim alanı 33 milyon ha, üretim miktarı 29 milyon ton ve ortalama verimi 87.41 kg da⁻¹'dir. Dünyada en fazla kuru fasulye üretimi, Myanmar (5.8 milyon ton), Hindistan (5.3 milyon ton) ve Brezilya'da (2.9 milyon ton) yapılmaktadır. Türkiye'de ise kuru fasulye ekiliş ve üretimi, yemeklik

baklagiller içerisinde nohut ve mercimekten sonra üçüncü sırada yer almakta olup, 88.9 milyon ha ekim alanına karşılık, yaklaşık 225 bin ton üretim ile Dünya fasulye üretiminde 21. Sıradadır. Türkiye'nin kuru fasulye verimi dünya ortalamasının üzerinde olup, tohum verimi 283 kg da⁻¹'dir (TÜİK, 2022). Hem dünyada hem de Türkiye'de kuru fasulye üretimini arttırmak için yetiştirme tekniği paketinde iyileştirmeler ile verimi artırıcı girdilerin kullanımı yanında, verim ve kalite özellikleri yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Çeşit ıslahında önemli kaynaklardan birisi de yerel çeşitler olup, son yıllarda küresel ısınma ve iklim değişikliği şeklinde kendini gösteren çevresel sorunlar genetik kaynakların önemini ve değerini bir kez daha ortaya koymuştur.

Bitkisel üretimde, temel doğal kaynak olarak toprak, su ve hava sayılmakta iken, bunlara dördüncü temel doğal kaynak olarak "genetik kaynaklar" eklenmiştir. Genetik çeşitliliğin oluşması için genlerin farklı kombinasyonları geçmişte ve günümüzde yapılmış, gelecekte yapılacak bitki ıslahı çalışmaları için son derece önemlidir. Uzun süreli programlarda kantitatif karakterleri, kısa ya da orta süreli programlarda kalitatif karakterleri (hastalıklara dayanıklılık vb.) aktarmada bitki genetik kaynakları doğrudan ya da köprü türler olarak kullanılmaktadır (Şehirli ve Özgen, 1987).

Türkiye'de 1930'lu yıllardan günümüze kadar bitki genetik kaynaklarının aranmasına ve bulunmasına yönelik çok sayıda araştırma yapılmıştır (Ekinci, 1939; Şehirli, 1971; Çiftçi ve Şehirli, 1984; Özçelik, 1993; Bozoğlu, 1995; Anlarsal ve ark., 2000; Elkoca ve Kantar, 2005; Kantar ve ark., 2010; Ekincialp ve Şensoy, 2013; Sözen ve ark., 2014; Aydoğan, 2017; Çancı ve ark., 2019; Yeken ve ark., 2019; Türkmen, 2020; Soydemir, 2021). Yapılan fasulye ıslahı çalışmalarındaki ortak amaç yüksek verimli yeni çeşitler geliştirmektir. Ayrıca seleksiyon çalışmalarında tüketici istekleri, adaptasyon, hastalık-zararlılara dayanıklılık ve besin içerikleri de dikkate alınmaktadır. Bu ıslah kriterlerinin hepsi de yerel fasulye popülasyonlarındaki genetik tabanda mevcuttur. Fasulyede verim ve erkencilik yönünden

varyeteler arasında seleksiyona imkan tanıyacak geniş bir varyasyon bulunmakta, bu nedenle yapılan pek çok çalışmada erkenci ve aynı zamanda verimi yüksek fasulye çeşitlerinin geliştirilmesinde başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Dreyer ve Wielpütz, 1998).

Bu çalışmada; Türkiye'nin farklı illerinden yerel fasulye popülasyonları toplanarak tanımlayıcı bilgilerin kayıt altına alınması, agronomik ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi ve yüksek verimli yerel genotipler belirlenerek özellikle yarı-kurak yüksek dağ ekolojisine uygun çeşit geliştirmek amacıyla yapılacak ıslah çalışmalarında yararlı olabilecek alt yapının oluşturulması amaçlanmıştır.

Çalışma sonucunda; kuru fasulye tarımında büyük potansiyele sahip olan Göller Yöresi ve yarı-kurak yüksek dağ ekolojisine benzer lokasyonlar için fasulye ıslahında kullanılabilir uygun ebeveyn ve bunların bazı tarımsal özellikleri belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Ulusal Tohum Gen Bankası ile yapılan yazışmalar sonucunda henüz materyal toplamanın yeterince yapılmadığı ve ekonomik öneme sahip yerel fasulye popülasyonlarının yetiştirildiği Göller Yöresi'ni de kapsayan 24 il olduğu belirlenmiştir. 2017-2018 yıllarında iki yıl süreyle toplam 208 materyal toplanmıştır. Bu materyaller Isparta (101), Burdur (43), Konya (17), Eskişehir (9), Uşak (6), Karaman (6), Antalya (5), Denizli (4), Çorum (4), Manisa (3), Niğde (2), Kütahya (2), Balıkesir (1), Bolu (1), Bursa (1), Nevşehir (1), Kastamonu (1) ve Erzincan (1) il ve ilçelerinden toplanmıştır. Toplanan yerel fasulye tohumları, tohum çoğaltma ve taze tohum elde etmek amacıyla 2018 yılı mayıs ayı başında her popülasyondan 4'er sıra olacak şekilde ve 5 m uzunluğundaki parsellere tarla koşullarında ekilmiştir. Toplanan 208 materyal içinden çimlenme gerçekleşmeyen, yoğun hastalık görülen ve dik gelişmeyen sarılıcı genotipler elenerek 68 tanesi seçilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan yerel fasulye genotiplerine ait tanıtıcı bilgiler

Table 1. Information on the local bean genotypes used in the study

NO	Kod	İl	İlçe	Köy	TANE TİPİ	BÜYÜME TİPİ
3	ISP3	ISPARTA	ATABEY	-	BARBUNYA	BODUR
5	ISP5	ISPARTA	ATABEY	-	BARBUNYA	BODUR
13	ISP13	ISPARTA	MERKEZ	GEYRAN	ÇALI	BODUR
15	ISP15	ISPARTA	MERKEZ	GEYRAN	HOROZ	BODUR
16	ISP16	ISPARTA	MERKEZ	GEYRAN	BARBUNYA	SIRIK
17	ISP17	ISPARTA	MERKEZ	GEYRAN	BARBUNYA	SIRIK
18	ISP18	ISPARTA	MERKEZ	KÜÇÜKGÖKÇELİ	BARBUNYA	BODUR
19	ISP19	ISPARTA	MERKEZ	KÜÇÜKGÖKÇELİ	ŞEKER	BODUR

Çizelge 1 (devamı). Çalışmada kullanılan yerel fasulye genotiplerine ait tanıtıcı bilgiler

Table 1 (continued). Information on the local bean genotypes used in the study

20	ISP20	ISPARTA	MERKEZ	KÜÇÜKGÖKÇELİ	ŞEKER	BODUR
21	ISP21	ISPARTA	MERKEZ	KÜÇÜKGÖKÇELİ	BARBUNYA	BODUR
22	ISP22	ISPARTA	MERKEZ	BÜYÜKGÖKÇELİ	HOROZ	BODUR
23	ISP23	ISPARTA	MERKEZ	BÜYÜKGÖKÇELİ	ŞEKER	BODUR
28	ISP28	ISPARTA	YALVAÇ	ÇETİNCE	DERMASON	YARI-BODUR
29	ISP29	ISPARTA	YALVAÇ	ÖZGÜNEY	BARBUNYA	SIRIK
30	ISP30	ISPARTA	YALVAÇ	ÖZGÜNEY	TOMBUL	SIRIK
31A	ISP31	ISPARTA	YALVAÇ	ÖZGÜNEY	HOROZ	BODUR
31B	ISP32	ISPARTA	YALVAÇ	ÖZGÜNEY	ŞEKER	BODUR
32	ISP33	ISPARTA	ŞARKIKARAAĞAÇ	YASSİBEL	ÇALI	YARI-BODUR
33	ISP34	ISPARTA	ŞARKIKARAAĞAÇ	GÖKSÖĞÜT	TOMBUL	YARI-BODUR
34	ISP35	ISPARTA	ŞARKIKARAAĞAÇ	BEYKÖY	DERMASON	YARI-BODUR
35	ISP36	ISPARTA	ŞARKIKARAAĞAÇ	BEYKÖY	DERMASON	YARI-BODUR
38	ISP39	ISPARTA	EĞİRDİR	MAHMATLAR	HOROZ	YARI-BODUR
52	ISP53	ISPARTA	GELENDOST	YEŞİLKÖY	DERMASON	KARIŞIK (Y-S)
132	ISP60	ISPARTA	MERKEZ	DEREGÜMÜ	ÇALI	SIRIK
136	ISP63	ISPARTA	ATABEY	-	BARBUNYA	SIRIK
176	ISP72	ISPARTA	EĞİRDİR	AĞILKÖY	HOROZ	BODUR
177	ISP73	ISPARTA	EĞİRDİR	AĞILKÖY	BARBUNYA	BODUR
179	ISP75	ISPARTA	ŞARKIKARAAĞAÇ	YASSİBEL	DERMASON	KARIŞIK (B-S)
180	ISP76	ISPARTA	ŞARKIKARAAĞAÇ	YASSİBEL	BOMBA	SIRIK
181	ISP77	ISPARTA	ŞARKIKARAAĞAÇ	YASSİBEL	HOROZ	BODUR
182	ISP78	ISPARTA	ŞARKIKARAAĞAÇ	YASSİBEL	ŞEKER	SIRIK
185	ISP81	ISPARTA	ŞARKIKARAAĞAÇ	BEYKÖY	HOROZ FASULYE	BODUR
189	ISP85	ISPARTA	YENİŞARBADEMLİ	GÖLKONAK	BARBUNYA	SIRIK
194	ISP90	ISPARTA	GELENDOST	YEŞİLKÖY	ÇALI	SIRIK
196	ISP92	ISPARTA	GELENDOST	YEŞİLKÖY	DERMASON	BODUR
197	ISP93	ISPARTA	GELENDOST	YEŞİLKÖY	BARBUNYA	SIRIK
199	ISP95	ISPARTA	ŞARKIKARAAĞAÇ	YASSİBEL	BARBUNYA	SIRIK
202	ISP98	ISPARTA	YALVAÇ	BAHTİYAR	HOROZ	BODUR
205	ISP101	ISPARTA	MERKEZ	GELİNCİK	BARBUNYA	BODUR
67	BUR14	BURDUR	MERKEZ	İLYAS	HOROZ	BODUR
72	BUR19	BURDUR	MERKEZ	SALA	BOMBA	SIRIK
73	BUR20	BURDUR	MERKEZ	KIŞLA	ŞEKER	BODUR
74	BUR21	BURDUR	ÇATAĞIL	-	ŞEKER	BODUR
96	ESK1	ESKİŞEHİR	MERKEZ	-	BARBUNYA	BODUR
98	ESK3	ESKİŞEHİR	ALPU	KARAKAMIŞ	BARBUNYA	BODUR
99	ESK4	ESKİŞEHİR	ALPU	KARAKAMIŞ	HOROZ	YARI-BODUR
100	ESK5	ESKİŞEHİR	ALPU	-	DERMASON	KARIŞIK (B-Y)
101	ESK6	ESKİŞEHİR	SEYİTGAZİ	SANCAR	SELANİK	YARI-BODUR
102	ESK7	ESKİŞEHİR	SEYİTGAZİ	SANCAR	SELANİK	YARI-BODUR
103	ESK8	ESKİŞEHİR	SEYİTGAZİ	KESENLER	SELANİK	SIRIK
111	KON1	KONYA	EREĞLİ	-	DERMASON	YARI-BODUR
115	KON5	KONYA	EREĞLİ	-	HOROZ	BODUR
145	KON7	KONYA	ILGIN	-	DERMASON	YARI-BODUR
164	KON15	KONYA	DOĞANHİSAR	YAZIR	HOROZ	BODUR
165	KON16	KONYA	DOĞANHİSAR	BAŞKÖY	HOROZ	BODUR
166	KON17	KONYA	BEYŞEHİR	ÜÇPINAR	ÇALI	KARIŞIK (B-Y)
119	MAN1	MANİSA	DEMİRCİ	HOŞÇALAR	DERMASON	YARI-BODUR
123	BRS1	BURSA	YENİŞEHİR	-	HOROZ	BODUR
125	KÜT1	KÜTAHYA	SİMAV	-	DERMASON	YARI-BODUR
155	DEN2	DENİZLİ	GÜRSU	-	HOROZ	BODUR
206	DEN3	DENİZLİ	BOZKURT	HAYRETTİN	ÇALI	SIRIK
207	DEN4	DENİZLİ	ÇAMELİ	ARIKAYA	ÇALI	SIRIK
170	UŞK1	UŞAK	SİVASLI	PINARBAŞI	ÇALI	SIRIK
171	UŞK2	UŞAK	BANAZ	AYRANCI	ÇALI	YARI-BODUR
172	UŞK3	UŞAK	BANAZ	GÜRLEK	ÇALI	SIRIK
173	UŞK4	UŞAK	BANAZ	YENİCE	DERMASON	SIRIK
174	UŞK5	UŞAK	BANAZ	AYRANCI	ÇALI	SIRIK
175	UŞK6	UŞAK	BANAZ	AYRANCI	ÇALI	KARIŞIK (B-Y)

Denemede kontrol olarak Yunus90, Akman98, Önceler98, Akın ve Göynük98 çeşitleri kullanılmıştır. Kontrol Çeşitleri Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma

Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Yunus90 bodur-dik gelişme şekline ve horoz tane tipine, Akman98 yarı-bodur gelişme şekline ve dermason tane

tipine, Önceler98 bodur-dik gelişme şekline ve barbunya tane tipine, Akın bodur-dik gelişme şekline ve horoz tane tipine, Göynük98 ise bodur-dik gelişme şekline ve horoz tane tipine sahip çeşitlerdir.

2019-2020 yılı tarla denemeleri; 68 genotip, 5 kontrol çeşidi (Yunus90, Akman98, Önceler98, Akın ve Göynük98) ile birlikte, Augmented Deneme Desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tarla denemelerinde ekim; 60 x 10 cm ekim normunda, her parsel 2.4 x 4 m (toplam 9,6 m²) ebatlarında ve 4 sıra olacak şekilde elle yapılmıştır. Ekim işlemi 2019 yılında 10 Mayıs, 2020 yılında ise 28 Nisan tarihlerinde yapılmıştır. Ekimle birlikte 13 kg da⁻¹ DAP (Diamonyum Fosfat) hesabıyla temel gübreleme yapılmıştır. Deneme parsellerine 300 ml da⁻¹ dozunda "pendimethalin" etken maddeli çıkış öncesi herbisit uygulanmıştır. Tarla çıkışını sağlamak amacıyla 1 kez sulama yapılmış ve deneme sonuna kadar bitkilerin ihtiyacına göre 4-5 kez damla sulama sistemiyle bitkiler sulanmıştır. Vejetasyon dönemi sonunda hasat olgunluğuna gelen parsellerdeki bitkiler elle hasat edilmiştir. Denemede elde edilen veriler TARİST, TOTEMSTAT ve MSTATC paket programlarında Augmented Deneme Desenine göre istatistik analizine tabi tutulmuştur. LSD (Least Significant Difference); kontrol çeşitleri ile genotiplerin karşılaştırılması için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Peterson, 1994).

Genotiplerin düzeltilmiş değerleri ile kontrol çeşitlerinin karşılaştırılmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$LSD = t_{0.05} \sqrt{\frac{(b+1).(k+1).HKO}{b.k}} \quad \text{Eq. (1)}$$

Yukarıdaki denklemde; LSD: Least Significant Difference, HKO: Hata kareler ortalaması, b: Blok sayısı; k: Kontrol çeşidi sayısı, t_{0.05}: Çift yönlü t Çizelge değeri'dir.

Çizelge 2. Yerel fasulye genotiplerinin 2019 yılında çıkış süresi, çiçeklenme süresi, bakla bağlama süresi, klorofil miktarı (spad), bitki boyu, bakla uzunluğu, baklada tane sayısı, bitki tane verimi ve hasat indeksi değerleri
Table 2. Days to emergence, days to flowering, days to pod setting, chlorophyll content, plant height, pod length, seed per pod, grain yield per plant, harvest index values of local bean genotypes in 2019

2019																		
Genotip	Çıkış süresi (gün)		Çiçeklenme Süresi (gün)		Bakla bağlama Süresi (gün)		Klorofil (Spad)		Bitki boyu (cm)		Bakla uzunluğu (cm)		Baklada tane sayısı		Bitki tane verimi (g)		Hasat İndeksi (%)	
AKIN	20.25	J-O	61.75	H-M	70.00	E-M	32.63	L-X	38.66	X-Z	10.50	H-S	3.68	K-R	37.32	G-I	40.44	L-U
AKMAN98	19.50	K-P	63.75	E-I	71.50	D-L	31.38	R-Z	46.80	P-R	9.68	M-X	4.63	B-L	45.67	B-E	42.99	I-R
GÖYNÜK98	18.50	M-Q	59.25	L-T	65.50	L-R	32.70	L-X	40.15	W-Y	11.15	F-L	3.86	J-R	44.11	C-E	44.98	G-N
ÖNCELER90	21.25	I-N	59.00	M-U	67.50	J-P	31.59	Q-Z	34.10	\-^	9.50	O-X	4.30	F-P	28.92	K-R	31.28	Z-^
YUNUS90	14.25	S-V	60.25	K-Q	67.25	I-P	37.03	B-J	35.18	[-]	11.50	F-J	3.55	L-S	21.25	V-J	36.06	S-Z
ISP3	15.15	Q-U	57.00	R-X	62.65	O-U	34.00	G-U	31.79	^b	13.40	AB	4.60	B-L	22.57	U-\	32.41	W-^

Çizelge 2 (devamı). Yerel fasulye genotiplerinin 2019 yılında çıkış süresi, çiçeklenme süresi, bakla bağlama süresi, klorofil miktarı (spad), bitki boyu, bakla uzunluğu, baklada tane sayısı, bitki tane verimi ve hasat indeksi değerleri

Table 2 (continued). Days to emergence, days to flowering, days to pod setting, chlorophyll content, plant height, pod length, seed per pod, grain yield per plant, harvest index values of local bean genotypes in 2019

ISP5	15.15	Q-U	57.00	R-X	62.65	O-U	34.08	G-U	31.99	^a	14.35	A	5.50	A-D	24.00	S-Z	33.69	V-\
ISP13	12.15	U-W	64.00	E-I	71.65	D-K	30.81	S-Z	43.09	T-W	10.65	H-R	4.90	A-J	19.86	X^	43.71	H-Q
ISP15	12.15	U-W	55.00	V-Z	63.65	N-U	36.70	C-K	36.89	Z-\	12.94	A-E	5.40	A-F	25.29	P-W	40.70	K-T
ISP16	17.15	O-S	70.00	AB	78.65	BC	34.80	G-S	62.86	DE	9.45	P-Y	4.70	B-K	23.77	T-[	47.30	F-J
ISP17	18.15	N-R	68.00	B-D	75.65	B-E	31.97	P-Z	59.82	E-G	7.25	]-	3.30	O-S	13.73	`a	27.91	\`
ISP18	18.15	N-R	46.00	]	53.65	Y	39.11	B-E	32.79	]-	11.44	F-J	5.50	A-D	17.19	]`	26.59	^`
ISP19	27.15	D-F	57.00	R-X	62.65	O-U	35.72	D-P	29.19	a-d	11.74	D-I	4.60	B-L	23.80	T-[	37.92	P-Y
ISP20	18.15	N-R	54.00	X-Z	58.65	U-Y	34.62	G-T	27.69	d-f	10.85	G-P	4.60	B-L	22.21	U-\	27.16]`
ISP21	12.15	U-W	53.00	Z[	60.65	R-X	34.27	G-U	28.69	b-d	11.44	F-J	4.60	B-L	21.30	V-]	28.92	\`
ISP22	15.15	Q-U	61.00	I-O	72.65	C-J	33.08	J-X	27.94	de	9.75	L-X	3.20	P-T	11.79	a	31.64	Y_
ISP23	13.15	T-W	56.00	U-Z	60.65	R-X	29.11	X-[	22.49	G	8.80	U-\	4.40	D-O	14.77	_a	33.59	V-\
ISP28	24.15	F-I	63.00	F-K	71.65	D-K	36.46	C-L	42.19	VW	11.05	F-M	5.60	A-C	42.41	D-F	51.27	C-G
ISP29	25.15	E-H	66.00	C-F	76.65	B-D	29.47	W-Z	56.30	H-J	12.15	B-G	5.50	A-D	28.23	L-T	38.73	N-W
ISP30	26.15	D-G	68.00	B-D	75.65	B-E	28.55	Y-[	63.99	CD	8.65	V-]	5.20	A-G	47.55	BC	48.76	D-I
ISP31	18.15	N-R	60.00	K-R	63.65	N-U	33.21	J-W	36.19	Z-\	11.05	F-M	3.20	P-T	25.77	O-V	43.72	H-Q
ISP32	18.15	N-R	60.00	K-R	63.65	N-U	33.17	J-W	29.99	_`d	13.15	A-D	5.10	A-H	29.49	K-P	33.97	V-\
ISP33	16.15	P-T	60.20	K-Q	62.45	O-V	37.40	B-H	46.40	P-S	9.29	R-Z	4.15	G-P	27.85	M-T	48.19	E-J
ISP34	37.15	A	71.20	A	80.45	AB	36.13	D-O	49.10	N-P	8.39	W^	5.05	A-I	46.37	B-D	42.02	J-S
ISP35	15.15	Q-U	65.20	D-G	73.45	C-H	37.23	B-I	42.10	VW	9.39	Q-Y	3.95	I-Q	24.18	Q-Y	42.74	I-R
ISP36	13.15	T-W	60.20	K-Q	62.45	O-V	37.26	B-I	51.50	L-N	9.79	L-W	4.15	G-P	32.79	I-L	46.97	F-K
ISP39	17.15	O-S	61.20	H-O	67.45	H-P	32.76	K-X	38.00	Y-[	9.59	O-X	3.75	K-R	24.07	R-Z	46.32	F-L
ISP53	20.15	J-O	50.20	[\	59.45	S-Y	40.45	A-C	29.70	_`d	8.79	U-\	3.75	K-R	11.81	a	54.50	B-E
ISP60	34.15	AB	60.20	K-Q	74.45	B-F	39.21	B-D	37.40	Y-[	7.89	Z_	4.45	D-N	30.80	J-N	56.91	BC
ISP63	22.15	H-L	42.20	^	56.45	V-Y	33.08	J-X	73.60	A	8.09	Y_	2.45	S-U	30.32	J-O	24.36	`
ISP72	20.15	J-O	62.20	G-L	67.45	H-P	32.41	N-Y	37.60	Y-[	11.59	E-I	4.95	A-J	33.73	H-K	41.92	J-S
ISP73	23.15	G-J	60.20	K-Q	62.45	O-V	30.73	T-Z	31.60	^c	11.89	C-H	5.85	A	26.88	N-U	40.77	K-T
ISP75	16.15	P-T	62.20	G-L	65.45	M-S	39.14	B-D	41.49	V-X	8.79	U-\	3.95	I-Q	17.66	\`	37.18	R-Z
ISP76	15.15	Q-U	42.20	^	54.45	Y	28.28	Z[	59.93	EF	6.89	_	1.95	U	14.81	_a	29.65	[-`
ISP77	31.15	BC	58.20	O-U	61.45	P-W	38.85	B-F	24.73	fg	9.59	O-X	4.45	D-N	11.97	a	31.62	Y_
ISP78	18.15	N-R	62.20	G-L	67.45	H-P	33.60	H-V	53.10	K-M	6.89	_	3.95	I-Q	25.21	P-W	44.61	H-N
ISP81	16.15	P-T	48.20	\]	55.45	W-Y	32.69	L-X	43.50	S-V	10.89	G-O	4.95	A-J	19.06	[-	25.83	_`
ISP85	17.15	O-S	66.20	C-E	72.45	D-J	32.36	N-Y	60.48	EF	9.49	O-Y	3.85	J-R	12.95	`a	43.44	H-R
ISP90	10.15	W	61.20	H-O	65.45	M-S	40.93	AB	48.20	O-Q	9.39	Q-Y	4.95	A-J	30.69	J-N	46.62	F-L
ISP92	19.95	J-O	56.20	T-Y	62.05	O-V	37.90	B-G	29.54	`d	9.35	Q-Y	3.36	N-S	19.99	X^	46.13	G-L
ISP93	16.95	O-S	60.20	K-Q	65.05	M-T	35.11	F-R	25.54	e-g	8.85	U-\	4.26	G-P	14.71	_a	66.34	A
ISP95	17.95	N-R	59.20	L-T	73.05	C-I	43.86	A	53.54	J-L	6.75	_	2.76	R-U	20.46	W-]	52.56	C-F
ISP98	28.95	CD	61.20	H-O	67.05	I-P	30.33	U-Z	30.04	_`d	10.15	J-U	3.56	L-S	22.61	U-[	44.43	H-O
ISP101	18.95	L-P	57.20	Q-W	62.05	O-V	36.94	B-J	28.64	c-e	10.74	G-Q	4.46	D-N	17.00	]`	35.84	S-[
BUR14	10.95	VW	57.20	Q-W	64.05	M-U	32.15	O-Z	50.14	M-O	11.24	F-K	4.46	D-N	28.45	L-T	38.13	O-X
BUR19	17.95	N-R	42.20	^	59.05	T-Y	34.19	G-U	53.84	I-L	7.15	^_	2.16	TU	29.92	K-P	32.34	X^
BUR20	25.95	D-G	61.20	H-O	67.05	I-P	32.44	M-Y	31.84	^a	11.74	D-I	5.46	A-E	19.30	Y_	37.10	R-Z
BUR21	18.95	L-P	59.20	L-T	62.05	O-V	33.41	H-W	29.94	_`d	12.15	B-G	5.26	A-G	28.37	L-T	42.97	I-R
ESK1	20.95	I-N	64.20	E-H	73.05	C-I	25.21	[	34.04	\^	10.15	J-U	2.86	Q-U	19.24	Z_	34.15	U-\
ESK3	28.95	CD	54.20	W-Z	62.05	O-V	31.85	P-Z	31.79	^b	10.35	I-T	4.56	B-M	37.28	G-I	39.75	M-V
ESK4	20.95	I-N	59.20	L-T	64.05	M-U	36.24	D-N	42.48	U-W	8.35	X^	3.46	M-S	20.41	W-]	45.22	G-M
ESK5	17.95	N-R	58.20	O-U	64.05	M-U	35.41	D-Q	43.54	S-V	10.35	I-T	4.46	D-N	29.54	K-P	42.55	I-R
ESK6	19.95	J-O	60.20	K-Q	69.05	F-N	33.31	I-W	57.54	F-H	8.35	X^	2.16	TU	25.64	O-V	43.15	H-R
ESK7	27.95	C-E	60.20	K-Q	68.05	G-O	37.29	B-I	54.84	H-K	8.85	U-\	4.26	G-P	57.35	A	49.38	D-H
ESK8	22.95	G-K	60.20	K-Q	68.05	G-O	36.43	D-M	56.74	G-I	9.25	R-Z	4.46	D-N	34.99	H-J	45.94	G-M
KON1	11.95	U-W	48.20	\]	55.05	XY	39.30	B-D	53.14	K-M	8.85	U-\	4.36	E-O	24.49	Q-X	45.89	G-M
KON5	12.75	T-W	58.60	N-U	66.85	J-Q	31.55	Q-Z	55.57	H-K	13.23	A-C	3.68	K-R	46.39	B-D	37.46	Q-Z
KON7	25.75	D-G	61.60	H-N	72.85	C-J	39.40	B-D	38.55	X-Z	7.03	^_	4.48	C-N	21.46	V-]	50.98	C-G
KON15	14.75	R-U	57.60	P-V	61.85	P-V	35.13	E-R	38.57	X-Z	11.02	F-N	2.98	Q-U	22.24	U-\	35.79	S-[
KON16	16.75	O-S	53.60	YZ	62.85	O-U	29.91	V-Z	42.37	U-W	11.63	E-I	2.98	Q-U	38.61	F-H	33.32	W-]

Çizelge 2 (devamı). Yerel fasulye genotiplerinin 2019 yılında çıkış süresi, çiçeklenme süresi, bakla bağlama süresi, klorofil miktarı (spad), bitki boyu, bakla uzunluğu, baklada tane sayısı, bitki tane verimi ve hasat indeksi değerleri

Table 2 (continued). Days to emergence, days to flowering, days to pod setting, chlorophyll content, plant height, pod length, seed per pod, grain yield per plant, harvest index values of local bean genotypes in 2019

KON17	25.75	D-G	59.60	L-S	71.85	D-K	35.65	D-P	45.37	Q-U	9.13	S-[	3.68	K-R	31.06	J-N	43.94	H-P
MAN1	20.75	I-N	68.60	A-C	62.85	O-U	39.01	B-F	66.87	C	12.43	B-F	4.78	A-K	40.89	E-G	35.27	T-[
BRS1	10.75	VW	56.60	S-Y	61.85	P-V	33.47	H-V	37.77	Y-[	13.13	A-D	3.18	P-T	23.99	S-Z	44.05	H-P
KÜT1	10.75	VW	59.60	L-S	61.85	P-V	39.12	B-E	43.77	R-V	8.73	V-\	3.88	J-R	20.64	W-]	47.42	F-J
DEN2	11.75	U-W	57.60	P-V	60.85	Q-X	36.71	C-K	32.67	J-`	13.43	AB	5.68	AB	29.04	K-Q	46.75	F-L
DEN3	10.75	VW	61.60	H-N	66.85	J-Q	37.02	B-J	61.17	DE	7.83	[-	3.88	J-R	41.77	D-G	58.96	B
DEN4	11.75	U-W	35.60	-	72.85	C-J	36.56	C-L	49.37	N-P	9.03	T-[	5.08	A-H	50.16	B	54.87	B-D
UŞK1	10.75	VW	67.60	B-D	84.85	A	30.96	S-Z	70.06	B	7.53	\-	3.98	H-Q	32.21	J-M	33.67	V-\
UŞK2	10.75	VW	60.60	J-P	66.85	J-Q	30.38	U-Z	56.17	H-K	9.23	S-[	4.78	A-K	24.00	S-Z	42.47	I-R
UŞK3	13.75	S-V	59.60	L-S	65.85	K-R	33.11	J-W	47.57	O-Q	9.923	K-V	4.38	D-O	28.12	L-T	43.00	I-R
UŞK4	10.75	VW	63.60	E-J	73.85	C-G	32.38	N-Y	63.87	CD	9.63	N-X	5.18	A-G	30.54	J-O	45.47	G-M
UŞK5	10.75	VW	60.60	J-P	66.85	J-Q	29.98	V-Z	62.46	DE	8.63	V-]	4.78	A-K	28.74	L-S	42.67	I-R
UŞK6	21.75	H-M	60.60	J-P	65.85	K-R	34.30	G-U	45.77	Q-T	9.33	R-Y	3.98	H-Q	15.20	^a	44.08	HP
LSD		3.593	3.067	6.025	3.998	3.132	1.411	1.124	4.922	6.355								
CV		%7.17	%1.89	%3.3	%4.52	%3.01	%5.05	%10.51	%5.2	%6.07								
F Değeri		16.244**	11.81**	4.672*	9.420**	73.437**	11.10**	4.565*	125.924**	21.532**								

^{A-Z}: Aynı sütündeki benzer harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (P<0.05).

** : P<0.01 düzeyinde önemlidir. * : P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Denemede, 2019 ve 2020 yıllarına ilişkin elde edilen verilerin değerlendirilmesi yıllara göre ayrı ayrı yapılmıştır. Denemenin birinci yılında çıkış süresi 10.15-37.15 gün, çiçeklenme süresi 35.60-71.20 gün, bakla bağlama süresi 53.65-84.85 gün, klorofil miktarı (spad) 25.21-43.86, bitki boyu 22.49-73.60 cm, bakla uzunluğu 6.75-14.35 cm, baklada tane sayısı 1.95-5.85 adet, bitki tane verimi 11.79-57.35 g ve hasat indeksi %24.36-

66.34 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Denemenin ikinci yılında ise çıkış süresi 10.75-33.95 gün, çiçeklenme süresi 31.80-84.60 gün, bakla bağlama süresi 60.55-92.55 gün, klorofil miktarı (spad) 27.29-47.25, bitki boyu 30.01-173.9 cm, bakla uzunluğu 5.85-12.60 cm, baklada tane sayısı 2.56-6.86 adet, bitki tane verimi 5.58-68.34 g ve hasat indeksi %13.11-71.46 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Yerel fasulye genotiplerinin 2020 yılında çıkış süresi, çiçeklenme süresi, bakla bağlama süresi, klorofil miktarı (spad), bitki boyu, bakla uzunluğu, baklada tane sayısı, bitki tane verimi ve hasat indeksi değerleri

Table 3. Days to emergence, days to flowering, days to pod setting, chlorophyll content, plant height, pod length, seed per pod, grain yield per plant, harvest index values of local bean genotypes in 2020

2020																			
Genotip	Çıkış süresi (gün)		Çiçeklenme Süresi (gün)		Bakla bağlama Süresi (gün)		Klorofil (Spad)		Bitki boyu (cm)		Bakla uzunluğu (cm)		Baklada tane sayısı		Bitki tane verimi (g)		Hasat İndeksi (%)		
AKIN	20.50	B-G	58.00	K-Q	68.25	F-N	39.40	G-P	42.75	Q-X	10.43	G-S	3.70	N-Y	36.21	J-N	35.55	O-V	
AKMAN98	20.75	B-G	68.75	B	74.75	BC	39.90	F-O	54.33	M-P	9.85	K-X	4.80	D-P	50.97	D	43.92	E-G	
GÖYÜNÜK98	18.75	B-K	58.25	J-Q	64.75	J-T	35.97	M-W	46.13	P-U	11.07	C-L	4.58	D-R	40.13	H-J	31.09	Z-^	
ÖNCELER90	17.25	F-L	56.00	N-Q	63.75	M-T	35.75	N-X	41.05	R-Y	9.35	P-[	4.15	H-X	41.42	G-I	34.25	Q-Z
YUNUS90	15.50	J-L	61.00	F-O	67.25	G-Q	34.33	R-[	47.30	O-T	11.23	B-J	3.25	Q-Y	28.37	S-X	23.69	e-g
ISP3	19.75	B-I	57.80	K-Q	62.15	R-T	38.35	I-S	32.73	Y-[	11.14	B-K	5.20	C-N	23.77	X-\	31.66	X-\
ISP5	18.75	B-K	55.80	O-Q	63.15	O-T	41.95	C-K	34.63	W-[	11.69	A-G	5.90	A-E	29.00	R-V	38.85	I-O
ISP13	16.75	G-L	31.80	S	68.15	F-N	37.55	L-U	48.23	N-R	9.39	P-[	4.99	C-P	36.11	J-N	46.93	DE
ISP15	15.75	I-L	55.80	O-Q	66.15	H-S	40.05	F-N	36.83	V-[	9.79	L-Z	3.99	J-Y	24.25	W-[	35.96	N-V
ISP16	32.75	A	66.80	B-E	69.15	D-K	38.45	I-R	165.3	A	10.48	F-R	5.40	A-L	62.88	B	42.13	F-I	
ISP17	22.75	B	65.80	B-G	76.15	B	35.35	P-Y	99.23	GH	8.89	V-\	4.60	D-R	18.44	J-`	22.76	fg	
ISP18	20.75	B-G	55.80	O-Q	63.15	O-T	37.65	K-U	39.03	S-[	11.28	B-I	5.90	A-E	30.97	P-U	40.57	G-J
ISP19	18.75	B-K	54.80	Q	65.15	J-T	37.65	K-U	31.73	Z[	10.69	E-O	5.50	A-J	34.22	K-P	37.87	J-P
ISP20	16.75	G-L	54.80	Q	67.15	G-Q	37.65	K-U	32.83	Y-[	9.99	J-W	4.99	C-P	22.10	Z-]	26.90	`e
ISP21	19.75	B-I	54.80	Q	64.15	L-T	32.55	V-]	38.53	T-[	11.94	A-E	5.50	A-J	68.34	A	21.55	g

Çizelge 3 (devamı). Yerel fasulye genotiplerinin 2020 yılında çıkış süresi, çiçeklenme süresi, bakla bağlama süresi, klorofil miktarı (spad), bitki boyu, bakla uzunluğu, baklada tane sayısı, bitki tane verimi ve hasat indeksi değerleri

Table 3 (continued). Days to emergence, days to flowering, days to pod setting, chlorophyll content, plant height, pod length, seed per pod, grain yield per plant, harvest index values of local bean genotypes in 2020

ISP22	18.75	B-K	57.80	K-Q	67.15	G-Q	34.05	S-[	42.43	Q-X	10.39	H-T	2.99	T-Y	32.39	M-S	25.87	c-f
ISP23	15.75	I-L	54.80	Q	66.15	H-S	40.15	F-M	33.03	Y-[	9.89	K-X	5.80	A-F	26.76	U-Z	23.74	e-g
ISP28	16.75	G-L	63.80	B-I	71.15	C-G	38.05	J-T	78.83	J	10.09	I-W	3.90	L-Y	39.09	IJ	40.59	G-J
ISP29	10.75	M	67.80	B-D	75.15	BC	29.05	J^	107.6	D-G	12.39	AB	5.70	A-G	36.78	I-M	32.05	W-\
ISP30	21.75	B-D	68.80	B	75.15	BC	30.25	[^	111.3	DE	10.09	I-W	5.60	A-H	35.99	J-O	32.96	V-[
ISP31	18.75	B-K	58.80	I-Q	68.15	F-N	36.45	M-V	41.23	R-Y	9.89	K-X	2.90	U-Y	22.84	Y-]	24.25	d-g
ISP32	19.75	B-I	55.80	O-Q	64.15	L-T	47.25	A	35.13	V-[	10.39	H-T	4.70	D-Q	25.59	V-[	30.16	[^
ISP33	17.95	D-L	58.40	I-Q	65.35	J-T	35.15	P-Z	54.49	M-P	10.24	I-U	5.76	A-F	34.15	K-Q	34.56	P-Y
ISP34	33.95	A	61.40	E-N	65.35	J-T	34.55	R-[	62.19	LM	8.55	Y-]	4.76	D-Q	44.21	F-H	55.69	B
ISP35	17.95	D-L	62.40	D-L	64.35	K-T	31.55	X^	55.79	M-O	10.35	H-T	6.06	A-D	48.97	DE	40.52	H-K
ISP36	19.95	B-H	59.40	H-Q	67.35	G-P	33.65	U-\	69.39	KL	11.74	A-F	5.56	A-I	57.41	C	48.16	D
ISP39	19.95	B-H	56.40	M-Q	66.35	G-S	38.35	I-S	96.59	H	10.15	I-V	4.66	D-R	36.24	J-N	39.15	H-N
ISP53	21.95	B-D	58.40	I-Q	65.35	J-T	42.35	C-J	67.69	L	8.55	Y-]	4.46	E-T	18.63	J^	39.38	H-M
ISP60	19.95	B-H	61.40	E-N	69.35	D-J	38.05	J-T	80.89	J	9.45	O-[	5.26	B-M	33.32	L-R	50.16	CD
ISP63	17.95	D-L	47.40	R	65.35	J-T	31.85	W-]	173.9	A	9.15	S-[	3.06	S-Y	28.68	R-W	29.41	\-a
ISP72	16.95	F-L	57.40	L-Q	62.35	Q-T	31.15	Y^	47.99	N-S	10.94	C-M	4.06	I-Y	38.15	I-K	33.21	V-[
ISP73	19.95	B-H	57.40	L-Q	64.35	K-T	39.45	G-P	37.09	U-[	11.60	A-H	6.76	AB	27.23	T-Y	36.30	M-V
ISP75	19.95	B-H	57.40	L-Q	66.35	G-S	31.65	W-]	46.89	O-T	7.35	J^	3.96	K-Y	32.69	L-S	71.46	A
ISP76	17.95	D-L	47.40	R	69.35	D-J	37.65	K-U	121.9	C	8.25	[-]	2.86	V-Y	32.69	L-S	37.16	K-U
ISP77	20.95	B-F	56.40	MQ	65.35	J-T	42.45	B-I	46.29	P-T	8.85	W-\	4.66	D-R	13.14	a-c	13.78	h
ISP78	20.95	B-F	65.40	B-G	68.35	F-N	34.75	Q-Z	81.89	J	5.85	_	3.06	S-Y	15.79	`-b	22.98	fg
ISP81	18.95	B-K	54.40	Q	65.35	J-T	45.75	A-C	42.79	Q-X	12.05	A-D	3.76	M-Y	28.02	S-X	35.13	P-W
ISP85	18.95	B-K	68.40	BC	75.35	BC	35.65	O-X	84.09	J	10.44	G-R	3.76	M-Y	21.09	[-^	37.42	J-R
ISP90	18.95	B-K	68.40	BC	75.35	BC	37.15	L-U	80.69	J	9.25	R-]	6.86	A	31.39	O-U	35.94	N-V
ISP92	17.35	E-L	54.20	Q	64.95	J-T	33.89	T-\	46.91	O-T	9.27	R-]	4.99	C-P	21.77	[-^	33.94	T-Z
ISP93	17.35	E-L	58.20	J-Q	62.95	P-T	43.99	A-F	32.71	Y-]	8.67	X-\	3.70	N-Y	17.34	^a	29.96	[-^
ISP95	17.35	E-L	66.20	B-F	73.95	B-D	34.39	R-]	103.2	E-H	7.67	\-^	3.60	O-Y	38.26	I-K	27.94	]c
ISP98	16.35	H-L	56.20	M-Q	63.95	M-T	34.89	Q-Z	43.61	Q-W	11.36	A-I	4.10	H-X	31.86	N-T	34.13	R-Z
ISP101	18.35	C-K	55.20	PQ	62.95	P-T	29.69	\-^	32.51	Y-]	11.06	C-L	5.20	C-N	19.16	\-^	34.86	P-X
BUR14	17.35	E-L	62.20	E-L	66.95	G-R	37.49	L-U	47.91	N-S	10.77	D-N	4.50	E-T	36.58	J-M	37.35	J-S
BUR19	17.35	E-L	47.20	R	64.95	J-T	36.39	M-V	112.6	D	8.97	U-[	2.80	W-Y	65.33	AB	37.29	J-T
BUR20	33.35	A	57.20	L-Q	64.95	J-T	31.79	W-]	32.91	Y-]	10.56	F-Q	3.99	J-Y	16.40	_a	31.97	W-\
BUR21	17.35	E-L	54.20	Q	61.95	ST	27.29	^	35.01	V-[	9.87	K-X	3.99	J-Y	21.93	[-^	31.30	Y-]
ESK1	16.35	H-L	57.20	L-Q	64.95	J-T	36.79	L-V	30.01	[	9.97	J-W	3.50	P-Y	11.14	bc	34.02	S-Z
ESK3	17.35	E-L	55.20	PQ	62.95	P-T	44.59	A-D	42.91	Q-W	11.36	A-I	5.20	C-N	25.17	V-[	27.49	_d
ESK4	17.35	E-L	63.20	C-K	65.95	I-S	30.99	Z^	68.91	L	8.27	[-]	3.60	O-Y	19.00	J^	34.62	P-Y
ESK5	21.35	B-E	65.20	B-G	63.95	M-T	44.59	A-D	51.31	N-Q	9.60	N-Z	4.40	E-U	21.00	[-_	27.77	^c
ESK6	22.35	BC	66.20	B-F	68.95	E-L	46.69	AB	96.61	H	12.16	A-C	4.50	E-T	50.92	D	48.27	D
ESK7	22.35	BC	68.20	BC	66.95	G-R	37.29	L-U	87.11	IJ	9.57	N-Z	4.20	G-W	25.15	V-[	29.29	\-b
ESK8	16.35	H-L	63.20	C-K	70.95	C-H	38.59	H-R	96.50	H	11.06	C-L	3.99	J-Y	28.08	S-X	37.60	J-Q
KON1	19.35	B-J	59.20	H-Q	67.95	F-O	37.89	K-U	78.11	JK	8.67	X-\	4.20	G-W	29.41	R-V	30.52	[-_
KON5	15.95	H-L	62.60	D-L	70.55	C-I	45.41	A-C	54.97	M-P	12.40	AB	3.16	R-Y	29.13	R-V	26.38	a-e
KON7	17.95	D-L	57.60	L-Q	67.55	G-P	42.81	B-H	51.27	N-Q	9.11	T-]	5.06	C-O	27.31	T-Y	44.27	EF
KON15	15.95	H-L	54.60	Q	61.55	ST	36.91	L-U	39.57	R-Z	9.67	M-Z	2.56	Y	15.39	`c	25.41	c-f
KON16	13.95	LM	54.60	Q	60.55	T	38.91	G-Q	35.47	V-[	12.60	A	4.46	E-T	29.47	Q-V	37.86	J-P
KON17	14.95	KL	63.60	B-J	63.55	N-T	37.91	K-U	56.47	MN	9.51	N-]	4.36	F-V	62.68	B	49.45	D
MAN1	21.95	B-D	60.60	G-P	64.55	J-T	44.51	A-E	43.77	Q-V	9.51	N-]	4.56	D-S	30.72	P-U	26.02	b-f
BRS1	15.95	H-L	54.60	Q	65.55	J-S	41.01	D-L	33.77	X-]	9.51	N-]	2.86	V-Y	10.90	c	31.09	Z^
KÜT1	15.95	H-L	56.60	M-Q	63.55	N-T	37.21	L-U	80.17	J	6.72	^_	2.66	XY	5.58	d	13.11	h
DEN2	31.95	A	58.60	I-Q	63.55	N-T	40.91	D-L	39.37	R-Z	10.60	F-P	4.86	D-P	25.09	V-[	36.97	L-U
DEN3	14.95	KL	65.60	B-G	72.55	B-F	41.91	C-K	101.8	F-H	9.81	L-Y	5.76	A-F	37.32	I-L	54.97	B
DEN4	15.95	H-L	64.60	B-H	68.55	F-M	38.11	J-T	99.47	F-H	8.51	Z-]	4.36	F-V	48.72	D-F	39.89	H-L
UŞK1	15.95	H-L	84.60	A	92.55	A	31.21	Y^	149.2	B	9.01	U-[	6.46	A-C	35.83	J-O	33.92	U-Z
UŞK2	15.95	H-L	59.60	H-Q	67.55	G-P	44.81	A-D	84.67	J	9.71	M-Z	4.96	C-P	46.31	D-F	49.12	D

Çizelge 3 (devamı). Yerel fasulye genotiplerinin 2020 yılında çıkış süresi, çiçeklenme süresi, bakla bağlama süresi, klorofil miktarı (spad), bitki boyu, bakla uzunluğu, baklada tane sayısı, bitki tane verimi ve hasat indeksi değerleri

Table 3 (continued). Days to emergence, days to flowering, days to pod setting, chlorophyll content, plant height, pod length, seed per pod, grain yield per plant, harvest index values of local bean genotypes in 2020

UŞK3	16.95	F-L	66.60	B-E	73.55	B-E	40.01	F-N	96.17	HI	9.11	T-[	4.16	H-X	24.06	W-[	40.29	H-L
UŞK4	15.95	H-L	66.60	B-E	76.55	B	43.21	A-G	108.4	D-F	10.51	F-R	5.26	B-M	47.78	D-F	42.42	F-H
UŞK5	18.95	B-K	66.60	B-E	73.55	B-E	43.01	A-G	99.17	GH	9.31	Q-[	5.46	A-K	45.61	E-G	38.72	J-O
UŞK6	17.95	D-L	61.60	E-M	72.55	B-F	40.25	E-M	55.57	M-O	10.31	H-T	5.06	C-O	26.89	U-Y	53.07	BC
LSD	4.031		5.427		4.999		4.329		9.085		1.295		1.507		4.684		3.363	
CV	%8.13		%3.36		%2.76		%4.37		%7.34		%4.67		%13.78		%4.45		%3.73	
F Değeri	8.648**		24.2**		21.286**		9.097**		9.136**		10.793**		5.025*		87.971**		135.823**	

^{A-z}: Aynı sütundaki benzer harfler ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (P<0.05).

** : P<0.01 düzeyinde önemlidir. * : P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Her iki deneme yılında da kontrol çeşitlerinden Yunus90 en erken tarla çıkışını sağlayan çeşit olmuştur. Denemenin birinci yılında ISP13, ISP15, ISP21, ISP23, ISP36, ISP90, BUR14, KON1, KON5, BRS1, KÜT1, DEN2, DEN3, DEN4, UŞK1, UŞK2, UŞK3, UŞK4 ve UŞK5 genotipleri, 2020 yılında ise ISP29, KON16, KON17 ve DEN3 genotipleri Yunus90 çeşidinden daha erken tarla çıkışını tamamlamıştır. Tohumların araziye ekiminden sonra toprak yüzeyine çıkana kadar geçen süre, bitkisel üretimde verim ve kaliteyi etkileyen en önemli unsurlardan birisidir. Fasulye tarımında çimlenme dolayısıyla çıkış süresi üzerine çok sayıda faktör etki etmektedir. Bunlardan en önemlileri sıcaklık, nem ve toprak yapısıdır (Kahraman, 2014). Çıkış süresi bakımından hem genotipler hem de yıllara bağlı olarak önemli varyasyonların gözlenmesinin nedeni olarak 2019 ve 2020 yıllarında gözlenen iklimsel farklılıklar ve buna genotiplerin farklı tepki göstermesinin olduğunu söyleyebiliriz. Fasulye üzerinde yürütülen diğer araştırmalarda da çıkış sürelerinin 5.67-37.15 gün arasında değiştiği bildirilmiştir (Ekincialp ve Şensoy, 2013; Kahraman, 2014; Özbekmez, 2015; Serengül, 2019; Taşkesen, 2019; Topal, 2019; Soydemir, 2021).

Çiçeklenme süresi bakımından denemenin her iki yılında da en erken çiçeklenen kontrol çeşidinin Önceler98 ve bu çeşitten daha erken çiçeklenen yerel genotiplerin olduğu belirlenmiştir. Bu bakımdan 2019 yılında ISP3, ISP5, ISP15, ISP18, ISP19, ISP20, ISP21, ISP23, ISP53, ISP63, ISP76, ISP77, ISP81, ISP92, ISP101, BUR14, BUR19, ESK3, ESK5, KON1, KON5, KON15, KON16, BRS1, DEN2 ve DEN4 genotiplerinin; 2020 yılında ise ISP5, ISP13, ISP15, ISP18, ISP19, ISP20, ISP21, ISP23, ISP32, ISP63, ISP76, ISP81, ISP92, ISP101, BUR19, BUR21, ESK3, KON15, KON16 ve BRS1 genotiplerinin erken çiçeklendiği saptanmıştır. Denemenin birinci yılında çiçeklenmeler ikinci yıla göre daha geç tamamlanmıştır. Bunun nedeni olarak ikinci yıl ekimlerin Mayıs ayında yapılması ve havaların daha hızlı ısınması olduğu

söylenbilir. 2020 yılında hava sıcaklığının fasulyenin optimum gelişme sıcaklığında seyretmesi çiçeklenme süresini kısaltmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çalışmada kullanılan birçok yerel genotipin kontrol çeşitlerinden daha erken çiçeklendiği ve erkenci çeşit olarak değerlendirilebileceği söylenebilir. Vejetasyon döneminin kısa olduğu bölgelerde yüksek tane verimi; çimlenme ve çiçeklenme bakımından erkenci olan çeşitlerden elde edilir. Vejetasyon süresi uzun olan çeşitlerden daha düşük tane verimi alınacaktır (Akçin, 1974). Aynı zamanda erkencilik özelliği, tarlayı daha erken boşaltma, ikinci ürün yetiştirme ve ekim nöbeti açısından önemlidir. Birçok araştırmada fasulyenin çiçeklenme süresinde geniş varyasyonlar gözlenmiş (32.00-83.67 gün) olup çiçeklenme süresinin genotip ve çevre şartlarına bağlı olarak değişebileceği bildirilmiştir (Pekşen, 2005; Ekincialp ve Şensoy, 2013; Özbekmez, 2015; Serengül, 2019; Taşkesen, 2019; Topal, 2019; Tunalı, 2019; Soydemir, 2021).

Denemenin birinci yılında ISP18 en erken bakla bağlayan yerel genotip olurken, kontrol çeşitleri arasında en erken bakla bağlayan çeşit ise Göynük98 olduğu saptanmıştır. ISP3, ISP5, ISP15, ISP18, ISP19, ISP20, ISP21, ISP23, ISP31, ISP32, ISP33, ISP36, ISP53, ISP63, ISP73, ISP75, ISP76, ISP77, ISP81, ISP90, ISP92, ISP93, ISP101, BUR14, BUR19, BUR21, ESK3, ESK4, ESK5, KON1, KON15, KON16, MAN1, BRS1, KÜT1 ve DEN2 genotiplerinin ise Göynük98 çeşidinden daha erken bakla bağlayan yerel genotipler olduğu belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında KON16 en düşük bakla bağlama süresine sahip yerel genotip olmuştur. Önceler98'in ise kontrol çeşitleri arasında en erken bakla bağlayan çeşit olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Bu yıl Önceler98 çeşidinden daha erken bakla bağlayan 13 yerel genotip (ISP3, ISP5, ISP18, ISP72, ISP93, ISP101, BUR21, ESK3, KON15, KON16, KON17, KÜT1 VE DEN2) olduğu belirlenmiştir. Bakla bağlama süresi bakımından yerel genotiplerin birçoğunun kontrol çeşitlerinden

daha erken bakla bağladığını söyleyebiliriz. Yapılan çalışmalarda, fasulyede bakla bağlama süreleri 50.33-88.33 gün (Topal, 2019) ve 39.95-73.74 gün (Tunalı, 2019) arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Fasulye bitkisinde çiçeklenmeden 5 – 8 gün sonra baklaların %90'ının oluştuğu gözlenmiştir. Bakla bağlama süresi çeşitlerin don zararından kaçınması konusunda önemli bir özellik olup, çeşit geliştirme çalışmalarında önemli bir seleksiyon kriteridir.

2019 yılında denemede materyal olarak kullanılan yerel genotiplerde en düşük klorofil içeriği ESK1 nolu genotipte, en yüksek klorofil içeriği ISP95 nolu genotipte; kontrol çeşitleri arasında ise en yüksek klorofil içeriği Yunus90 çeşidinde (37.03) gözlenmiştir. Toplam 16 yerel genotip (ISP18, ISP33, ISP35, ISP36, ISP53, ISP60, ISP75, ISP77, ISP90, ISP92, ISP95, ESK7, KON1, KON7, MAN1 ve KÜT1) Yunus90 çeşidinden yüksek klorofil içeriğine sahip olmuştur. İkinci yıl (2020 yılı) ise klorofil içeriği en düşük BUR21 genotipinde, en yüksek ISP32 genotipinde saptanmıştır. Kontrol çeşitleri arasında en yüksek klorofil içeriği 39.90 ile Akman 98 çeşidinde olduğu belirlenmiş olup; ISP5, ISP15, ISP23, ISP32, ISP53, ISP77, ISP81, ISP93, ESK3, ESK5, ESK6, KON5, KON7, DEN2, DEN3, UŞK2, UŞK3, UŞK4, UŞK5 ve UŞK6 nolu yerel genotiplerin bu çeşitten daha yüksek klorofil içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Klorofil içeriği bakımından genotipler arasında geniş bir varyasyon olduğu belirlenmiştir. Bu varyasyon genetik ve çevre şartlarından kaynaklanmaktadır. Klorofil miktarının; ışık şiddeti, çeşit ve bitki besleme gibi faktörlerden eklenmesinin yanında genetik faktörlere bağlı olarak da değiştiği bildirilmiştir (Taner ve Sade, 2005). Son yıllarda yürütülen çalışmalarda, stoma iletkenliği, fotosentez hızı, bitki örtüsü serinliği ve klorofil içeriği gibi fizyolojik özelliklerin seleksiyon kriteri olarak kullanılması durumunda, verim bakımından ilerleme sağlandığı görülmektedir. Birçok araştırmada bitki serinleme yeteneği, klorofil miktarı, stoma iletkenliği ve fotosentez hızı gibi bazı fizyolojik özellikler ile biyolojik ve tane verimi, başakta tane sayısı, çiçeklenme süresi, vejetasyon süresi gibi morfolojik özellikler arasında önemli olumlu ilişki gösterdiği bildirilmiştir (Reynolds ve ark., 2001). Yıldırım ve ark. (2009), buğday çeşitlerinin yerel genotiplerden daha yüksek SPAD değerine sahip olduğunu bildirmiştir. Farklı olgunlaşma süresine sahip fasulye genotiplerinde ekim zamanının verim ve verim unsurları üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada klorofil içeriğinin 30.63-51.20 SPAD arasında yer aldığı bildirilmiştir (Taner ve Sade, 2005).

Kuru fasulye çeşitleri ile yerel genotipler birlikte karşılaştırıldığında; denemenin her iki yılında da kontrol

çeşitleri arasında Akman98 çeşidinin en uzun bitki boyuna sahip çeşit olduğu belirlenmiştir. Birinci yıl en Akman98 (46.80 cm) çeşidinden 27 adet yerel genotipin (ISP16, ISP17, ISP29, ISP30, ISP34, ISP36, ISP63, ISP76, ISP78, ISP85, ISP90, ISP95, BUR14, BUR19, ESK6, ESK7, ESK8, KON1, KON5, MAN1, DEN3, DEN4, UŞK1, UŞK2, UŞK3, UŞK4 ve UŞK5) daha uzun bitki boyuna sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). İkinci yıl ise ISP16, ISP17, ISP28, ISP29, ISP30, ISP34, ISP35, ISP36, ISP39, ISP53, ISP60, ISP63, ISP76, ISP78, ISP85, ISP90, ISP95, BUR19, ESK4, ESK6, ESK7, ESK8, KON1, KON17, KÜT1, DEN3, DEN4, UŞK1, UŞK2, UŞK3, UŞK4, UŞK5 ve UŞK6 nolu yerel genotiplerin Akman98 çeşidinden daha uzun bitki boyuna sahip oldukları gözlenmiştir (Çizelge 3). Kuru fasulye üzerinde yapılan birçok çalışmada; bitki boyunun denemelerde kullanılan çeşitlerin genotipik özelliklerine ve ekolojik koşullara göre değişim gösterebileceği vurgulanmıştır. Tescil çeşitlerinin ve yerel kuru fasulye genotiplerinin denemeye alındığı çalışmalarda, bitki boyu yönünden önemli farklılıkların belirlendiği ve bu değişimlerin daha çok genotipik yapıdan kaynaklandığı belirtilmektedir (Anlarsal ve ark., 2000; Pekşen, 2005; Ceyhan ve ark., 2009; Babagil ve ark., 2011; Elkoca ve Çınar, 2015; İyigün ve Kayan, 2019). Ayrıca çok sayıda araştırma sonucuna göre kuru fasulye genotiplerinde bitki boyu başta olmak üzere morfolojik özelliklerin ekolojik koşullara ek olarak daha çok genetik etkilere göre değişim gösterdiği ifade edilmiştir (Yorgancılar, 1995; Düzdemir, 1998; Pekşen, 2005; Ülker, 2008; Ceyhan ve ark., 2009; Dumlu, 2009; Omae ve ark., 2012; Özbekmez, 2015). Fasulyede bitki boyunun çeşit ve çevre koşullarına göre değişim gösterebileceğini ve bu varyasyonda genotipik etkilerin daha fazla olduğunu söyleyebiliriz.

Kuru fasulye çeşitleri ile yerel popülasyonlar birlikte karşılaştırıldığında; 2019 yılında en düşük bakla uzunluğu ISP95 nolu genotipte, en yüksek ise ISP5 nolu genotipte olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Kontrol çeşitlerinden en uzun bakla uzunluğu 11.50 cm ile Yunus90 çeşidinde ölçülmüştür. Yunus90 çeşidinden daha uzun baklaya sahip 15 yerel genotip (ISP3, ISP5, ISP15, ISP19, ISP29, ISP32, ISP72, ISP73, BUR20, BUR21, KON5, KON16, MAN1, BRS1 ve DEN2) olduğu belirlenmiştir. Denemenin ikinci yılında en düşük bakla uzunluğu ISP78 nolu genotipte, en yüksek ise KON16 nolu genotipte olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Kontrol çeşitleri arasında yine en yüksek bakla uzunluğu 11.23 cm ile Yunus90 çeşidinde ölçülmüş; ISP5, ISP18, ISP21, ISP29, ISP36, ISP73, ISP81, ISP98, ESK3, ESK6, KON5 ve KON16 genotiplerinin bu çeşitten daha uzun baklaya sahip olduğu belirlenmiştir. Bakla uzunluğunda hem genotipler hem de yıllara bağlı olarak önemli

varyasyonlar gözlenmiş, kontrol çeşitlerinden daha uzun baklaya sahip yerel genotiplerin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bakla uzunluğu bakımından genotipler arasında varyasyonun çok fazla olduğu saptanmıştır. Bu varyasyon genetik ve çevre şartlarından kaynaklanmaktadır. Karasu (1988) bakla uzunluğunun bir genetik karakter olduğunu, yetiştirme koşullarından ve çevre şartlarında da etkilendiğini bildirmiştir. Yapılan diğer çalışmalarda bakla uzunluğu 7.42-30.59 cm arasında yer almıştır (Yorgancılar, 1995; Düzdemir, 1998; Pekşen, 2005; Varankaya ve Ceyhan, 2012; Ekincialp ve Şensoy, 2013; Özbekmez, 2015; Topal, 2019).

Çizelge 2'de görüldüğü gibi birinci yılı baklada tane sayısı en düşük ISP76, en yüksek ISP73 genotipinde saptanmıştır. Kontrol çeşitleri arasında en yüksek baklada tane sayısı Akman 98 (4.63 adet) çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Yerel genotiplerden 22 tanesinin (ISP5, ISP13, ISP15, ISP16, ISP18, ISP28, ISP29, ISP30, ISP32, ISP34, ISP72, ISP73, ISP81, ISP90, BUR20, BUR21, MAN1, DEN2, DEN4, UŞK2, UŞK4 ve UŞK5), Akman 98 çeşidinden daha yüksek baklada tane sayısına sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). İkinci yıl en düşük baklada tane sayısının KON15 genotipinde, en yüksek baklada tane sayısının ise ISP90 nolu genotipte olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Akman98 çeşidinin kontrol çeşitleri arasında en yüksek baklada tane sayısına sahip çeşit olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan 68 yerel genotipten 28 tanesinde (ISP3, ISP5, ISP13, ISP16, ISP18, ISP19, ISP20, ISP21, ISP23, ISP29, ISP30, ISP33, ISP35, ISP36, ISP60, ISP73, ISP90, ISP92, ISP101, ESK3, KON7, DEN2, DEN3, UŞK1, UŞK2, UŞK4, UŞK5 ve UŞK6 genotipleri) bu çeşitten daha yüksek baklada tane sayısı ölçülmüştür (Çizelge 3). Verim açısından baklada tane sayısı önemli bir özelliktir. Nitekim, Sarı ve ark. (2016), bakla uzunluğu ile baklada tane sayısı arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Yeken ve ark. (2019), yaptıkları korelasyon analizi sonuçlarına göre; tane verimi ile bitki boyu, bitkide bakla sayısı, baklada tane sayısı arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Yapılan çalışmalarda baklada tane sayısının 1.86-9.60 adet arasında olduğu bildirilmiştir (Yorgancılar, 1995; Düzdemir, 1998; Ceyhan ve ark., 2009; Pekşen, 2005; Varankaya ve Ceyhan, 2012; Özbekmez, 2015; Taşkesen, 2019; Topal, 2019; Tunali, 2019; Soydemir, 2021).

Bitki tane verimi incelendiğinde; denemenin ilk yılında kontrol çeşitleri arasında 45.67 g ile en yüksek bitki tane veriminin Akman98 çeşidinde olduğu belirlenmiştir. ISP30, ISP34, ESK7, KON5 ve DEN4 genotiplerinin Akman98 çeşidinden daha yüksek bitki tane verimine sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Denemenin ikinci

yılında da kontrol çeşitleri arasında en yüksek bitki tane verimi Akman98 çeşidinde ölçülmüştür. Akman 98 çeşidinden daha yüksek bitki tane verimine sahip 5 yerel genotip (ISP16, ISP21, ISP36, BUR19 ve KON17 genotipleri) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Bitki tane veriminin, birim alan tane verimini etkileyen en önemli özelliklerden birisi olması ve çalışmada geniş varyasyonun gözlenmesi ıslah açısından istenen bir özelliktir. Bitki ıslahında başarıya ulaşmanın en önemli noktalarından birisi genotipik varyasyondur. Varyasyon ne kadar geniş ise başarıya ulaşma şansı da o kadar artacaktır. Fasulye üzerine yapılan çalışmalarda; bitki tane veriminin genetik yapıdan çok fazla etkilendiği (Önder, 1992; Önder ve Şentürk, 1996; Düzdemir, 1998), ayrıca bitki tane veriminin 1-99 g arasında değiştiği bildirilmektedir (Pekşen, 2005; Bozoğlu ve Sözen, 2007; Özbekmez, 2015; Serengül, 2019; Taşkesen, 2019; Topal, 2019).

Denemede kontrol çeşitleri arasında en yüksek hasat indeksi 2019 yılında Göynük98; 2020 yılında ise Akman 98 çeşidinde hesaplanmıştır. Birinci yıl ISP16, ISP28, ISP30, ISP33, ISP36, ISP39, ISP53, ISP60, ISP90, ISP92, ISP93, ISP95, ESK4, ESK7, ESK8, KON1, KON7, KÜT1, DEN2, DEN3, DEN4 ve UŞK4 yerel genotipleri Göynük 98 çeşidinden (Çizelge 2); ikinci yılda ise ISP13, ISP34, ISP36, ISP60, ISP75, ESK6, KON7, KON17, DEN3, UŞK2 ve UŞK6 yerel genotipleri Akman 98 çeşidinden daha yüksek hasat indeksine sahip olmuşlardır (Çizelge 3). Çalışma sonucunda yüksek hasat indeksine sahip ümitvar yerel genotipler olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda, fasulyede hasat indeksi %13.50-58.33 arasında değişim göstermiştir (Düzdemir, 1998; Ceyhan ve ark., 2009; Özbekmez, 2015; Serengül, 2019; Topal, 2019). Fasulyede yağış ve sıcaklık farklılıklarının biyolojik ve tane verimlerini etkilediği, hasat indeksinde de farklılıkların oluşmasına neden olduğu bildirilmiştir (İyigün ve Kayan, 2019). Ayrıca fasulye bitkisinde tane verimini arttırmanın en önemli üç verim unsurunun biyolojik verim, hasat indeksi ve vejetasyon süresi olduğu; hasat indeksi ile biyolojik verim ve vejetasyon süresi arasında olumsuz, vejetasyon süresi ile biyolojik verim arasında ise olumlu bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Wallace ve ark., 1993).

Sonuç olarak, araştırma sonuçları topluca değerlendirildiğinde; denemede incelenen tüm özelliklerde yıllara göre değişmekle birlikte çeşitler ve yerel genotipler arasında büyük varyasyonlar saptanmıştır. Çeşitler ve genotipler arasında belirlenen bu farklılıklar istatistiki yönden önemli bulunmuştur. Çıkış, çiçeklenme ve bakla bağlama süresi gibi fenolojik gözlemler, birim alan tane verimine doğrudan katkısı yüksek olabilecek karakterler (baklada tane sayısı,

bitkide tane sayısı, hasat indeksi vb.) ve en önemlisi de bitki tane verimi bakımından kontrol çeşitler ile aynı istatistik grupta değerlendirilen ya da bu çeşitlerden daha yüksek performans gösteren çok sayıda yerel genotip tespit edilmiştir. ISP5, ISP13, ISP18, ISP19, ISP21, ISP22, ISP23, ISP31, ISP32, ISP34, ISP35, ISP72, ISP98, BUR14, BUR20, BUR21, ESK3, KON5, MAN1, DEN2, KON16 ve KON17 yerel genotiplerinin baklada tane sayısı, bitki tane verimi ve hasat indeksi bakımından kontrol çeşitlerinden yüksek performans gösterdiği belirlenmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde verim ve verim öğeleri bakımından öne çıkan ümitvar genotiplerin elde edilmesi çalışmanın önemini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, araştırmada ümitvar genotiplerin bulunması nedeniyle, bu materyallerin ileri ıslah kademeleri ve çeşit geliştirme çalışmalarında kullanılabilme potansiyelinin yüksek olduğu söylenebilir. Sonuç olarak, ileriki yıllarda denemelerin devam ettirilmesiyle, bölge şartlarına uygun ve yüksek verimli çeşit/çeşitlerin geliştirilebileceği söylenebilir. Aynı zamanda Türkiye'nin farklı yörelerinden toplanmış ve geniş bir varyasyona sahip yerel fasulye genotiplerinin ıslah çalışmaları yapan kurum ve kuruluşlara önemli katkılar sağlayacağı da düşünülmektedir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, farklı illerden toplanan yerel fasulye genotiplerinin performanslarının değerlendirilmesidir.

Yöntem ve Bulgular: Denemeler, 68 fasulye genotipi ve 5 kontrol çeşidi (Akın, Akman98, Göynük98, Önceler98 ve Yunus90) kullanılarak Augmented Deneme desenine göre 2019 ve 2020 yıllarında yürütülmüştür. İncelenen tüm özellikler bakımından kuru fasulye çeşitleri ve genotipler arasında çok önemli varyasyonların olduğu gözlenmiştir. Denemenin birinci yılında çıkış süresi 10.15-37.15 gün, çiçeklenme süresi 35.60-71.20 gün, bakla bağlama süresi 53.65-84.85 gün, klorofil miktarı (spad) 25.21-43.86, bitki boyu 22.49-73.60 cm, bakla uzunluğu 6.75-14.35 cm, baklada tane sayısı 1.95-5.85 adet, bitki tane verimi 11.79-57.35 g ve hasat indeksi %24.36-66.34 arasında değişim göstermiştir. Denemenin ikinci yılında ise çıkış süresi 10.75-33.95 gün, çiçeklenme süresi 31.80-84.60 gün, bakla bağlama süresi 60.55-92.55 gün, klorofil miktarı (spad) 27.29-47.25, bitki boyu 30.01-173.9 cm, bakla uzunluğu 5.85-12.60 cm, baklada tane sayısı 2.56-6.86 adet, bitki tane verimi 5.58-68.34 g ve hasat indeksi %13.11-71.46 arasında yer almıştır.

Genel Yorum: ISP5, ISP13, ISP18, ISP19, ISP21, ISP22, ISP23, ISP31, ISP32, ISP34, ISP35, ISP72, ISP98, BUR14,

BUR20, BUR21, ESK3, KON5, MAN1, DEN2, KON16 ve KON17 yerel genotiplerinin baklada tane sayısı, bitki tane verimi ve hasat indeksi bakımından kontrol çeşitlerinden yüksek performans gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: İncelenen özellikler bakımından kontrol çeşitlerinden daha üstün ümitvar yerel genotiplerin olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: fasulye, genotip, popülasyon, karakterizasyon.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma "Farklı İllerden Toplanan Yerel Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Popülasyonlarının Bazı Fizyolojik, Morfolojik, Agronomik ve Teknolojik Özellikler Yönünden Karakterizasyonu" isimli doktora tezinden türetilmiştir. ÖYP-06482-DR-16 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi ÖYP Kurum Koordinasyon Birimine teşekkür ederim.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Anlarsal AE, Yücel C, Özveren D (2000) Çukurova koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde tane verimi ve verimle ilgili özellikler ile bu özellikler arası ilişkilerin saptanması. Turk. J. Agric. For. 24: 19-29.
- Aydoğan C (2017) İleri İspir kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) hatlarında verim ve kalite çalışmaları. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 96 s.
- Babagil GE, Tozlu E, Dizikisa T (2011) Erzincan ve Hınıs ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 42(1): 11-17.
- Bozoğlu H, Sözen Ö (2007) Some agronomic properties of the population of local common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) collected from Artvin province. Turk. J. Agric. For. 31(5): 327-334.

- Bozoğlu H (1995) Kuru fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı tarımsal özelliklerinin genotip ve çevre interaksyonu ve kalıtım derecelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD. 99 s.
- Çancı H, Kantar F, Bozkurt M, Yeke, MZ, Çiftçi V, Özer G (2019) Batı anadolu fasulye genetik kaynaklarının biyolojik çeşitliliğinin araştırılması ve karakterizasyonu. KSÜ. Tarım ve Doğa Derg. 22(3): 251-263.
- Ceyhan E, Önder M, Karaman A. (2009) Fasulye genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi 23(49): 67-73.
- Çiftçi CY, Şehirli S (1984) Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde değişik özelliklerin fenotipik ve genotipik farklılıkların saptanması. Ankara Üniversitesi Fen Bil. Ens., Yayın No TB 4, 17 s. Ankara.
- Dreyer S, Wielpütz J (1998) Cultivar trials with bush beans. Gemüse (München) 34(6): 359-361.
- Dumlu B (2009) Kuzey Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan 23 fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotipinin fenolojik ve morfolojik karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 62 s.
- Düzdemir O (1998) Kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinde verim ve diğer bazı özellikler üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 77 s.
- Ekincialp A, Şensoy S (2013) Van gölü havzası fasulye genotiplerinin bazı bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. YYÜ. Tar. Bil. Derg. 23(2): 102-11.
- Elkoca E, Çınar T (2015) Bazı kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşit ve hatlarının Erzurum ekolojik koşullarına adaptasyonu, tarımsal ve kalite özellikleri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 30: 141-153.
- Elkoca E, Kantar F (2005) Erkenci ve yüksek verimli iki yeni fasulye çeşidi: Kantar-05 ve Elkoca-05. Türkiye 2. Tohumculuk Kongresi, 9-11 Kasım 2005, Adana, 226-229.
- Food and Agriculture Organization (FAO) (2022). The State of Food Security and Nutrition in The World. <https://www.fao.org/3/cb4474en/online/cb4474en.html> (Erişim tarihi: 10.05.2022).
- İyigün T, Kayan, N (2019) Bazı fasulye genotiplerinin eskişehir koşullarına uyum yetenekleri. Akademik Ziraat Dergisi 8(2): 291-300.
- Kahraman A (2014) Ekim zamanlarının kuru fasulye genotiplerinde (*Phaseolus vulgaris* L.) verim, verim unsurları ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 235 s.
- Kantar F, Elkoca E, Eken C, Dönmez MF (2010) Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nde yetiştirilen kuru fasulye gen kaynaklarının toplanması ve değerlendirilmesi. 1070400 Nolu Tübitak Projesi Sonuç Raporu, Ankara.
- Karasu A (1988) Bursa yöresinde yetiştirilen bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinin önemli tarımsal özellikleri üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 47 s.
- Omae H, Kumar A, Shono M (2012) adaptation to high temperature and water deficit in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during the reproductive period. Hindawi Publishing Corporation, Journal of Botany, 2012, Article ID 803413, 6 pages. <https://doi.org/10.1155/2012/803413>.
- Önder M, Şentürk D (1996) Karaman İli'nde yemeklik dane baklagillerin durumu ve önemi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 10(12): 17-28.
- Önder M (1992) Bodur kuru fasulye çeşitlerinin tane verimine ve morfolojik fenolojik teknolojik özelliklerine bakteri aşılama ve azot uygulamalarının etkisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 135 s.
- Özbekmez Y (2015) Ordu ekolojik koşullarında bazı kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşit ve genotiplerinin verim, verim öğeleri ile tohum ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 82 s.
- Özçelik N (1993) Örtü Altı Yetiştiriciliğine Elverişli Sırik Taze Fasulye Çeşit Islahı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Seracılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya.
- Pekşen E (2005) Samsun koşullarında bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin tane verimi ve verimle ilgili özellikler bakımından karşılaştırılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(3): 88-95.
- Peterson RG (1994) Agricultural Field Experiments Design and Analysis. Marcel Dekker, Inc., 409 p., Corvallis, Oregon.
- Reynolds MP, Nagarajan S, Razzaque MA, Ageeb OAA (2001) Heat Tolerance. Application of Physiology in Wheat Breeding. (Editörler: M.P. Reynolds, I. OrtizMonasterio., A. McNab). Mexico, DF, CIMMYT.
- Sarı N, Solmaz İ, Pamuk S, Çetin M (2016) Karadeniz Bölgesi'nden toplanan farklı tohum renklerine sahip fasulyelerde tohum ve bakla özellikleri. Akademik Ziraat Dergisi 5(1): 21-28.
- Şehirli S, Özgen M (1987) Bitki genetik kaynakları. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, (1020), 294.

- Şehirli S (1971) Türkiye’de Yetiştirilen bodur fasulye çeşitlerinin tarla ziraati yönünden önemli başlıca vasıfları üzerinde araştırmalar. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın:474. Bilimsel Araştırma ve İncelemeler:275. Ankara.
- Serengül S (2019) Bazı kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin Bingöl koşullarındaki verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 63 s.
- Soydemir HE (2021) Bazı kuru fasulye çeşit ve hatlarının farklı lokasyonlardaki verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Ens., Tarla Bitkileri ABD, 105 s.
- Sözen Ö, Özçelik H, Bozoğlu H (2014) Orta Karadeniz Bölgesi’nden toplanan yerel kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinde morfolojik varyabilitenin istatistiksel analizi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri 1(1): 34-41.
- Taner S, Sade B (2005) Low temperature effect of cereal (A review). Journal of Crop Research 2: 19-28.
- Taşkesen S (2019) Bazı Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Erzincan koşullarındaki verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. Yüksel Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 67 s.
- Topal E (2019) Farklı olgunlaşma süresine sahip fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının verim ve verim öğeleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 87 s.
- Tunalı H (2019) Bazı yerel fasulye popülasyonlarının özelliklerinin belirlenmesi ve seleksiyonu. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 113 s.
- Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri (TÜİK) (2022). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: 10.05.2022).
- Türkmen B (2020) İleri düzey kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin agro-morfolojik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 108 s.
- Ülker M (2008) Orta Anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 81 s.
- Ünal E (2017) Ekmek Biterken. İstanbul, Asi Kitap Yayınları.
- Varankaya S, Ceylan E (2012) Yozgat ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Selcuk J. Agr. Food Sci. 26(1): 27-33.
- Wallace D, Baudoin J, Beaver J, Coyne D, Halseth D, Masaya P, Munger H, Myers J, Silbernagel M, Yourstone K (1993) Improving efficiency of breeding for higher crop yield. Theor. Appl. Genet. 86(1): 27-40.
- Yeken M, Çiftçi V, Çancı H, Özer G, Kantar F (2019) Türkiye’nin Batı Anadolu Bölgesi’nden toplanan yerel fasulye genotiplerinin morfolojik karakterizasyonu. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi 5(1): 124-139.
- Yıldırım M, Akıncı C, Koç M, Barutçular C (2009) Bitki örtüsü serinliği ve klorofil miktarının makarnalık buğday ıslahında kullanım olanakları. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 24(3): 158-166.
- Yorgancılar A (1995) Türkiye’de yetiştirilen bodur fasulyelerinin (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus dekapr.*) tanımlama özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bil. Ens., 86 s.



Farklı kök bakterisi ve mikoriza uygulamalarının yıldız çiçeği (*Dahlia variabilis*) fidelerinin büyüme ve gelişimine etkileri

The effects of different rhizobacteria and mycorrhiza applications on seedling growth and development of starflower (*Dahlia variabilis*)

Onur Sefa ALKAÇ¹ , Sabriye BELGÜZAR² , Esra ÖNDEŞ¹ , Fulya OKATAR¹ , Zeliha KAYAASLAN³ 

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye.

²Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tokat, Türkiye.

³Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Yozgat, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1092636](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1092636)

Geliş tarihi /Received:24.03.2022

Kabul tarihi/Accepted:23.05.2022

Keywords:

Dahlia variabilis, plant growth-promoting rhizobacteria, mycorrhiza, seedling growth parameter.

✉ Corresponding author: O.Sefa ALKAÇ

✉: onursefa.alkac5018@gop.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: This study was carried out to determine the effects of different plant growth-promoting rhizobacteria and mycorrhizae on the growth and development from seed to seedling of *Dahlia variabilis* (starflower) plant, which is widely produced in the world as a cut flower and outdoor ornamental plant, and which is becoming increasingly widespread in Turkey.

Methods and Results: Within the scope of the study, *Enterobacter cloacae* (ZE-2), *Bacillus cereus* (ZE-7), *Pseudomonas putida* (ZE-12), *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13), *Burkholderia cepacia* (7-a-2) bacterial species and commercially available mycorrhiza (5000 ppm) were applied to seeds of *D. variabilis* cultivar 'Violet'. In order to determine the effects of applications on seedling growth and development; germination rate (%), seedling height (cm), stem diameter (mm), number of leaves (piece), plant fresh weight (g), plant dry weight (g), root length (cm), root fresh weight (g), root dry weight (g) and SPAD value and chlorophyll content were measured. At the end of the study, it was determined that the applications had different effects on *D. variabilis*. It was determined that *P. putida* (ZE-12) application increased germination by 12% compared to the control, and *A. calcoaceticus* (ZE-13) increased the seedling height by 32.9%.

Conclusions: In conclusion, with this study, it was determined that these bacteria, which are of natural origin and do not harm the environment, have the potential to be used in seedling cultivation in ornamental plants, and it is important to expand the use of these applications in the ornamental plant's production sector.

Significance and Impact of the Study: Although the *Dahlia* plant is known in the world, there is not much information on this subject in Turkey. In addition, the use of newly isolated bacterial species in order to obtain higher quality seedlings during the period from seed to seedling stage of the *Dahlia* plant is also very limited. Improvement of the quality of seedlings with the use of bacteria and mycorrhizae, which are among the sustainable methods, is considered to be important.

Atif / Citation: Alkaç OS, Öndeş E, Belgüzar S, Okatar F, Kayaaslan Z (2022) Farklı kök bakterisi ve mikoriza uygulamalarının yıldız çiçeği (*Dahlia variabilis*) fidelerinin büyüme ve gelişimine etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 331-339. DOI: [10.37908/mkutbd.1092636](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1092636)

GİRİŞ

Yıldız çiçeği olarak bilinen *Dahlia variabilis*, Asteraceae familyasına ait tüm dünyada yaygın yetişen çok yıllık, yumru köklü ve soğanlı çiçek türlerinden biridir (Kumar ve ark., 2021). *D. variabilis* ılıman iklime sahip bölgelerde daha erken çiçek açmasının yanı sıra değişik bitki boylarına, farklı çiçek şekli ve boyutlarına sahiptir (Yazici ve ark., 2020). Çeşitlere bağlı olarak, boyları 30 ile 180 cm arasında değişmektedir (Kumar ve ark., 2021). Çiçek biçimleri ise; sade, nilüfer, anemon, ponpon, top, yarı kaktüs, kaktüs, dekoratif, orkide ve şakayık olarak değişir (Yazici ve ark., 2020). *Dahlia*'nın anavatanının Meksika olduğu bilinmekle beraber dünyanın çoğu bahçesinde bulunan popüler soğanlı çiçekler arasındadır. Ayrıca Hollanda, yumru köklü *Dahlia*'ların en büyük üreticisidir (Malik ve ark., 2017). Tarımda üretim ve kâr artışı, girdilerin yoğun kullanımını da beraberinde getirmiştir. Bundan dolayı bitki büyümesini artırmak için rizosferden seçilen farklı mikroorganizmalar kullanılmaya başlanmıştır. Bitki büyümesi üzerine olumlu etkileri sebebiyle kullanılan mikroorganizmalardan biri de bitki köklerinin etrafındaki topraklarla kök yüzeylerinde yaşayan, bitki büyümesini teşvik eden farklı türlere ait kök bakteridir (Plant Growth Promoting Rhizobacteria-PGPR). PGPR'ların genellikle atmosferik nitrojeni sabitleme, belirli organik bileşiklerin salgılanması, topraktaki fosfatı çözme, antibiyotikler, fitohormonlar ve sideroforlar üretme veya patojenleri baskılama gibi önemli bakteriyel özellikleri vardır (Glick, 1995; James ve ark., 2002; Shakir ve ark., 2012; Ram ve ark., 2013; İmriz ve ark., 2014; Pérez-Montaño ve ark., 2014; Sülü ve ark., 2016). Bu nedenle, bitki büyümesinde, verimde ve toprak kalitesinde artış sağladığı için PGPR'ların dünyada süs bitkileri yetiştiriciliğinde bitki büyüme düzenleyici olarak kullanıldığı birkaç çalışma mevcuttur (Srivastava ve Govil, 2007; Eid ve ark., 2009; Sharma ve Kaur, 2010; García-Fraile ve ark., 2012; Flores-Félix ve ark., 2013; Zulueta-Rodriguez ve ark., 2014; Karagöz ve ark., 2016). Son zamanlarda organik gübre olarak kullanılan *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Gluconacetobacter*, *Azoarcus*, *Bradyrhizobium*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Alcaligenes*, *Paenibacillus*, *Serratia* vb. cinslerde yer alan PGPR'lar biyolojik mücadele elemanı olarak da kullanılmaktadır (Terefe ve ark., 2009; Abd El-Rahman ve ark., 2019; Aktan ve Soylu, 2020; Kara ve Soylu, 2022). Bu PGPR cinslerinden *Pseudomonas* cinsi bakteriler bitki yüzeylerinde ve bitki dokularının içinde saprofit ve parazitik olarak yaşar. Patojen mikroorganizmaları baskılayarak, büyümeyi uyarıcı bitki hormonlarını sentezler ve bitkinin hastalık direncini teşvik ederek bitki

büyümesini destekler (Kumar ve ark., 2019). Diğer bir PGPR özelliği olan *Bacillus* cinsi bakteri türleri ise indol asetik asit gibi maddeler üreterek, fosfatı, amonyumu çözer ve siderofor üreterek bitki büyümesini teşvik eder (Sülü ve ark., 2016). Bu nedenle günümüzde özellikle bitkilerin yetiştirilmesinde ve savunmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Prisa, 2020). Bir diğer biyo-ajan grubuna giren mikroorganizma grubu ise mikorizalardır. Mikorizalar, bitkiler için azot, fosfor, potasyum ve mineral kaynağıdır. Buna ilaveten, bitkiler ise mikorizaya karbon (fotosentetik ürünler) sağlarlar (Garcia ve Zimmermann, 2014; Hijri ve Bâ, 2018). Bitkide daha fazla mineral kaynağının olması büyümeyi teşvik eder. Genel olarak mikorizalar, patojenler ve böcekler dahil olmak üzere biyotik streslerden tuzluluk, sıcaklık gibi abiyotik streslere karşı bitkinin toleransını artırmada da önemli rol oynarlar (Yeh ve ark., 2019).

Sürdürülebilir uygulamalar arasında yer alan PGPR ve mikorizaların bitki gelişimi üzerindeki etkileri bilinmekte ancak özellikle süs bitkileri alanında tohumdan itibaren bu biyo-ajanların etkisi hakkında bilgilerin kısıtlı olduğu ve pek fazla çalışmaya rastlanılmadığı görülmektedir. Bu çalışma ile, *Enterobacter cloacae* (ZE-2), *Bacillus cereus* (ZE-7), *Pseudomonas putida* (ZE-12), *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13), *Burkholderia cepacia* (7-a-2) bakterilerinin ve mikorizanın, *Dahlia variabilis*'te fide büyüme ve gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada kullanılan bitki materyali

Denemede bitkisel materyal olarak, Tasaco Tarım A.Ş. firmasından (Antalya, Türkiye) temin edilen *Dahlia* 'Figaro Violet' çeşidi kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan kök bakterileri ve uygulanması

Çalışmada Tokat ili biber üretim alanlarında sağlıklı biber bitkilerinden izole edilerek çeşitli biyokimyasal testler ve MALDI-TOF tekniği (Soylu ve ark., 2020) ile tanısı yapılan *Enterobacter cloacae* (ZE-2), *Bacillus cereus* (ZE-7), *Pseudomonas putida* (ZE-12), *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13) bakteri izolatları (Kayaaslan, 2021) ve karanfil vazo solüsyonlarından elde edilen *Burkholderia cepacia* (7-a-2) izolatu kullanılmıştır. Elde edilen tüm izolatların katı NBRIP besi yerinde zon oluşturmalarına göre fosforu çözme, Jensen's besi yerinde gelişimlerine göre azotu bağlama özellikleri belirlenmiştir (Kayaaslan, 2021). Ayrıca izolatlara tütünde aşırı duyarlılık reaksiyonu ve patatestte yumuşak çürüklük testleri uygulanarak izolatların bitki patojeni olup olmadıkları da belirlenmiştir (Kayaaslan, 2021).

Çalışmada kullanılan bakteri izolatları Fitopatoloji laboratuvarında stok kültür olarak nutrient broth ve gliserol içerisinde -20 °C'de muhafaza edilmektedir. Çalışmada ilk olarak bakteri izolatlarından süspansiyon hazırlanmıştır. -20 °C'de stok kültür olarak bulunan ZE-2, ZE-7, ZE-12, ZE-13 ve 7-a-2 kodlu bakteri izolatları Nutrient Agar (NA) besi yerine çizilerek 27 °C'de inkübatörde 24 saat geliştirilmiştir. Gelişen izolatlardan steril saf su ile bakteri kolonileri toplanmış ve bakteri süspansiyonu hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonlar spektrofotometrede 600 nanometrede 0.3 absorbans (A 600: 0.3) değerine ayarlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonlar içerisine *Dahlia* tohumları eklenmiş ve tohumlar 30 dk süspansiyon içerisinde bekletilmiştir. Süre bitiminde tohumlar torf ve perlit karışımının bulunduğu viyollere ekilmiştir. İlk uygulamayı takiben birer hafta ara ile 2 kez tekrar sulama şeklinde viyoldeki her bir kuyucuğa 10 ml olacak şekilde bakteri süspansiyonu uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan yöntem, Kayaaslan (2021) ve Bayram ve Belgüzar (2021) tarafından kullanılan yöntemler modifiye edilerek uygulanmıştır.

Çalışmada kullanılan mikoriza ve uygulanması

Çalışmada, özel bir firmadan temin edilen 'Endo Roots Soluble' (ERS) mikoriza mantarları tercih edilmiştir. Kınık ve Çelikel (2020) tarafından yapılan çalışmada, kuşburnu fidanlarına 10 saniye süre boyunca 16000 ppm uygulama yapılmıştır. *Dahlia* bitkisi tohumları ve süre göz önüne alındığında bu konsantrasyonu yeniden düzenleyerek uygulaması yapılmıştır. Mikorizanın tohumlara uygulanması, 5000 ppm'lik hazırlanan mikoriza konsantrasyonu 250 mL'lik cam kavanoz içerisine aktarılmış ve tohumlar bu solüsyonda 30 dakika bekletilmiştir. Mikoriza bulaştırılan tohumlar viyollere aktararak ekimi yapılmıştır.

Sera çalışması

Çalışma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde bulunan 500 m²'lik üst havalandırmaya sahip cam serada yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü alanın ortalama sıcaklık değeri 24.2 °C ve ortalama nem değeri %67 olarak ölçülmüştür (Hobo Datalogger-HOBO U12-012, Onset, Amerika Birleşik Devletleri).

Denemede 5 farklı bakteri türü, 1 mikoriza ve kontrol olmak üzere 7 farklı uygulama yapılmıştır. Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 bitki olacak şekilde yürütülmüş olup, toplam 525 bitki ile çalışılmıştır. Bu denemede yetiştirme ortamı olarak 2 birim torf ve 1 birim perlit karışımı kullanılmıştır. Bu karışım 45'li viyollere (535x330 mm, üst ağız çapı 50 mm, derinlik 52

mm, hacim 74 cc) eşit bir şekilde doldurulmuştur. Uygulama yapılan *Dahlia variabilis* tohumları viyollere ekilmiştir. Denemenin toprak nem düzeyine bakılarak düzenli olarak sulaması yapılmıştır. Ekimden 45 gün sonra da fideler sökülülmüştür. Sökülen fidelerin çimlenme oranı (%), fide boyu (cm), gövde çapı (mm), yaprak sayısı (adet), bitki yaş ağırlığı (g), bitki kuru ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g) ve SPAD metre ile (SPAD 502-Plus, Konica Minolta) klorofil içeriği, fide büyüme ve gelişim parametrelerine göre ölçümü yapılmıştır.

İstatistik analizler

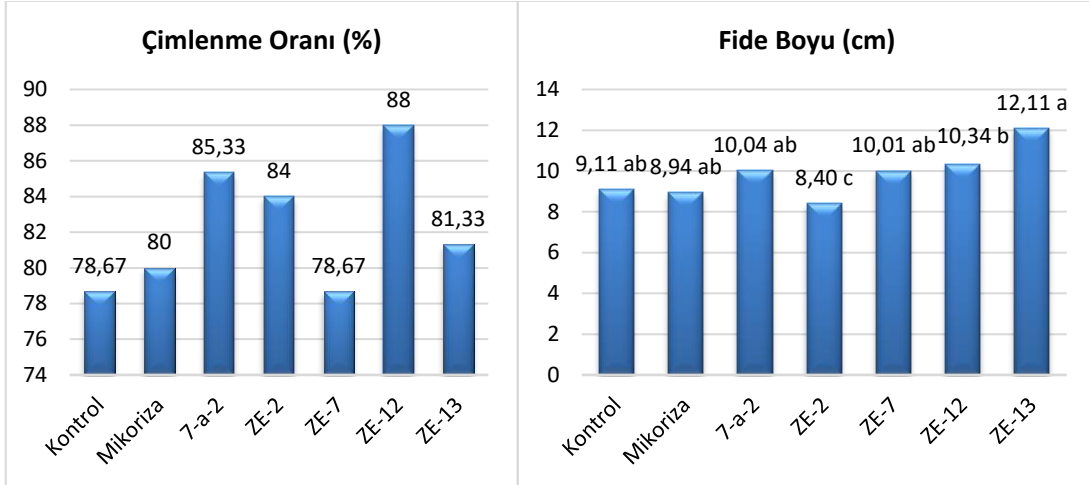
Araştırma sonucunda 5 farklı bakteri ve 1 mikoriza ile kontrol fideleri arasındaki gelişme farkları kantitatif analiz yöntemiyle ölçülmüştür. Parametrelerdeki varyans analizi (One-Way Anova Testi) ve Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi SPSS for Windows 26.0 programı ile yapılmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel karşılaştırılmalarında p<0.05 önem düzeyine göre harflendirme yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan *E. cloacae* (ZE-2), *B. cereus* (ZE-7), *P. putida* (ZE-12), *A. calcoaceticus* (ZE-13), *B. cepacia* (7-a-2) ve mikorizanın *D. variabilis* bitkisinde fide büyüme ve gelişim performansına etkileri incelenmiştir.

Farklı uygulamaların *D. variabilis* tohumlarında çimlenme oranına etkileri incelendiğinde, kontrol grubunda %78.67 oranında bir çimlenme tespit edilirken, *B. cereus* (ZE-7) uygulaması dışında tüm uygulamalar kontroldeki çimlenme oranından yüksek orana sahip olmuştur. Uygulamalar kıyaslandığında en yüksek çimlenme oranı *P. putida* (ZE-12) uygulamasında (%88.00) saptanmıştır. *P. putida* (ZE-12) uygulamasını kontrolle kıyasladığımızda %12 oranında çimlenmede artış sağladığı belirlenmiştir (Şekil 1). En düşük çimlenme oranı ise kontrol tohumları ile aynı oranda *B. cereus* (ZE-7) uygulamasında (%78.67) ölçülmüştür. Mikoriza uygulamasının yapıldığı tohumlarda da çimlenmede az bir etki görülmüştür.

Fide boyuna etkisine bakıldığında ise, uygulamalar arasında farklılıklar olduğu özellikle *A. calcoaceticus* (ZE-13) uygulamasında fide boyunda %32.9'luk bir artış ile en yüksek boya (12.11 cm) sahip olduğu belirlenmiştir. Buna ilaveten *B. cereus* (ZE-7), *P. putida* (ZE-12) ve *B. cepacia* (7-a-2) bakterilerinin uygulandığı tohumlarda da fide boyunda artış tespit edilmiştir. En düşük fide boyuna sahip uygulama ise ZE-2'de (8.40 cm) görülmüştür (Şekil 1).



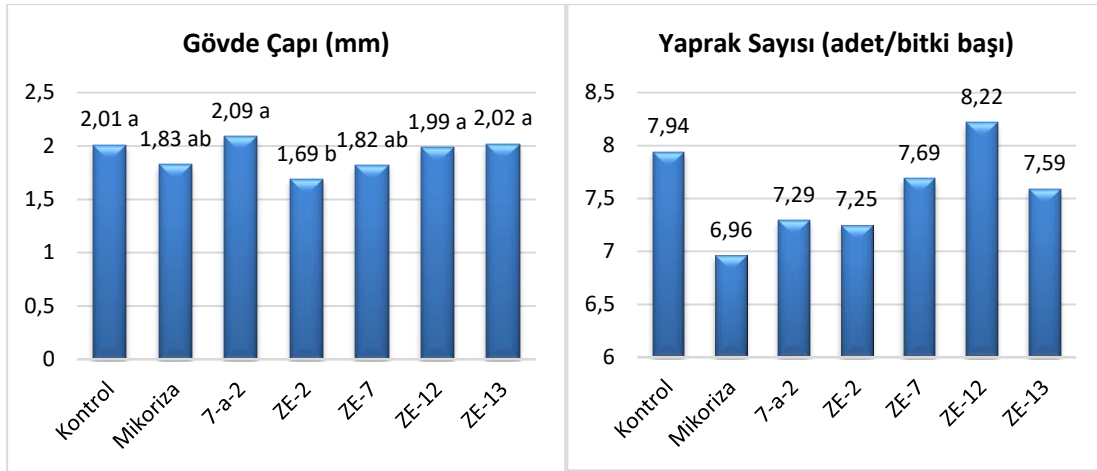
Şekil 1. Farklı uygulamaların *D. variabilis*'de tohum çimlenme oranı ve fide boyuna etkisi. Değerlerin yanındaki farklı harfler izolatlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

Figure 1. The effect of different treatments on seed germination rate and seedling height in *D. variabilis*. Values followed by different letters indicate that the difference between isolates is statistically significant

Çalışmamıza benzer şekilde, PGPR'ları kullanarak bitki büyümesinin teşvik edilmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada *Bacillus toyonensis* ve *Pseudomonas stutzeri* bakterilerinin domates tohumlarında çimlenme oranını %13 artırdığı bildirilmiştir (Essalimi ve ark., 2022). Widnyana ve Javandira (2016) domates bitkisinde çimlenme ve fide büyümesi üzerine *Pseudomonas* spp. and *Bacillus* spp. bakterilerinin etkisini inceledikleri çalışmada uygulanan bakterilerin çimlenme oranını yükselttiği sonucuna varmışlardır. Bu çalışmalar incelendiğinde, Dahlia bitkisinde de benzer sonuçların ortaya çıktığı ve çimlenme oranını artırdığı saptanmıştır. Glayöl bitkisi ile yapılan diğer bir çalışmada da Karagöz ve ark. (2019b) *Bacillus megaterium*, *Pantoea agglomerans* ve *Hafnia alvei* bakteri uygulamalarının kontrole kıyasla fide boyunu %24.55 oranında artırdığını belirlemiştir. Yapılan bu çalışmalara benzer şekilde Dahlia tohumlarına uyguladığımız bakterilerden *A. calcoaceticus* (ZE-13) fide boyunu artırmada etkili olan izolatlar arasında yer almıştır. Aynı şekilde adaçayının farklı türlerinde PGPR'ların fotosentetik kapasiteyi ve besin alımını etkilemesi üzerine yapılan bir çalışmada da *Pseudomonas* spp.'nin bitki boyunu artırdığı sonucuna varılmıştır (Anbi ve ark., 2020). Lale çeşitlerinde *Pantoea agglomerans* RK-79, *P. agglomerans* RK-92, *Bacillus megaterium* TV-91C, *B. subtilis* TV-17C, *B. megaterium* TV-3D, *Paenibacillus polymyxa* TV-12E, *B. megaterium* TV-6D ve *Pseudomonas putida* TV-42A bakteri uygulamalarının bitki boyunu artırdığı bildirmiştir (Karagöz ve ark., 2018). Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar bizim çalışmamızı destekler niteliktedir.

Çalışmamızda elde edilen verilerden uygulamaların gövde çapına etkisi incelendiğinde, kontrole aynı grupta yer aldıkları, istatistiki olarak önemsiz oldukları belirlenmiştir. Test edilen izolatlar arasında, *B. cepacia* (7-a-2) ve *A. calcoaceticus* (ZE-13) uygulamaları (2.09 mm), kontrole en yakın uygulamalar olarak belirlenmiştir. En düşük gövde çapı ise *E. cloacae* (ZE-2) uygulamasında (1.69 mm) ölçülmüştür (Şekil 2). Yaprak sayısı parametresini incelediğimizde, en yüksek yaprak sayısı *P. putida* (ZE-12) uygulamasında (8.22 adet) sayılmıştır. Kontrol ile kıyaslandığında %3.5 oranında bir artış sağlamıştır. Diğer bakteri uygulamalarındaki yaprak sayısı kontrol ile yakın değerlerde olmuştur. En düşük yaprak sayısı ise mikoriza (6.96 adet) uygulamasında görülmüştür. Uygulamaları karşılaştırdığımızda *P. putida* (ZE-12) uygulaması mikoriza uygulamasına göre %18 oranında bir artış sağlamıştır (Şekil 2).

Yapılan literatür taramalarında, sümbül fidelerinde *Paenibacillus polymyxa* izolatının gövde çapını artırdığı (17.76 mm) belirlenmiştir (Karagöz ve ark., 2019a). Çalışmamızda olduğu gibi, bakterilerin köklerin büyümesini ve gelişmesini teşvik ettiği, böylece bitkilerin üst aksamdaki gelişim parametrelerinde de artışlar olduğu yapılan çeşitli çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Popüler hibrit bitkilerde (*Mirabilis jalapa*) endofitik bakterilerin uygulanması yaprak sayısını %48 artırmıştır. Bu artışın, endofitik bakteriler tarafından üretilen bitki büyüme metabolizmasını düzenleyen fitohormonlardan ve bileşiklerden kaynaklandığı yapılan çalışmada ifade edilmiştir (Mayerni ve ark., 2019).

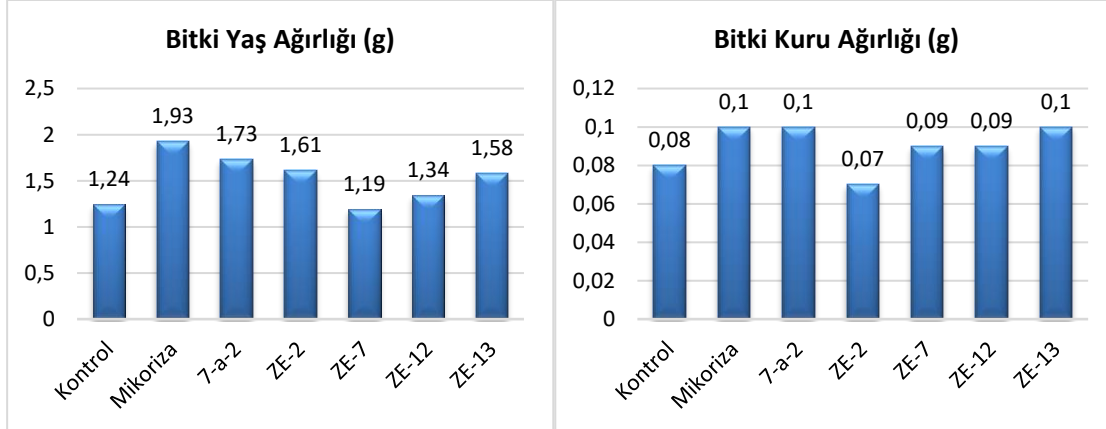


Şekil 2. Farklı uygulamaların *D. variabilis*'in gövde çapı ve yaprak sayısına etkisi. Değerlerin yanındaki farklı harfler izolatlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

Figure 2. The effect of different treatments on stem diameter and leaf number of *D. variabilis*. Values followed by different letters indicate that the difference between isolates is statistically significant

Uygulamaların bitki yaş ağırlığına etkilerine bakıldığında ise, uygulamalar arasında farklılığın olmadığı, istatistiki olarak aynı grupta yer aldıkları belirlenmiştir. Uygulamaları kıyasladığımızda en yüksek bitki yaş ağırlığı mikoriza uygulamasında (1.93 g), en düşük bitki yaş ağırlığı *B. cereus* (ZE-7) uygulamasında (1.19 g) ölçülmüştür. Bitki kuru ağırlığı parametresini

incelediğimizde, uygulamaların etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) düzeyde olmadığı saptanmıştır. Uygulamaları kıyasladığımızda en yüksek bitki kuru ağırlığı mikoriza, *A. calcoaceticus* (ZE-13) ve *B. cepacia* (7-a-2) uygulamalarında (0.10 g), en düşük bitki kuru ağırlığı *E. cloacae* (ZE-2) uygulamasında (0.07 g) bulunmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Farklı uygulamaların *D. variabilis* bitkisinin yaş ve kuru ağırlığı üzerine etkisi
Figure 3. The effect of different treatments on plant fresh and dry weight of *D. variabilis* plant

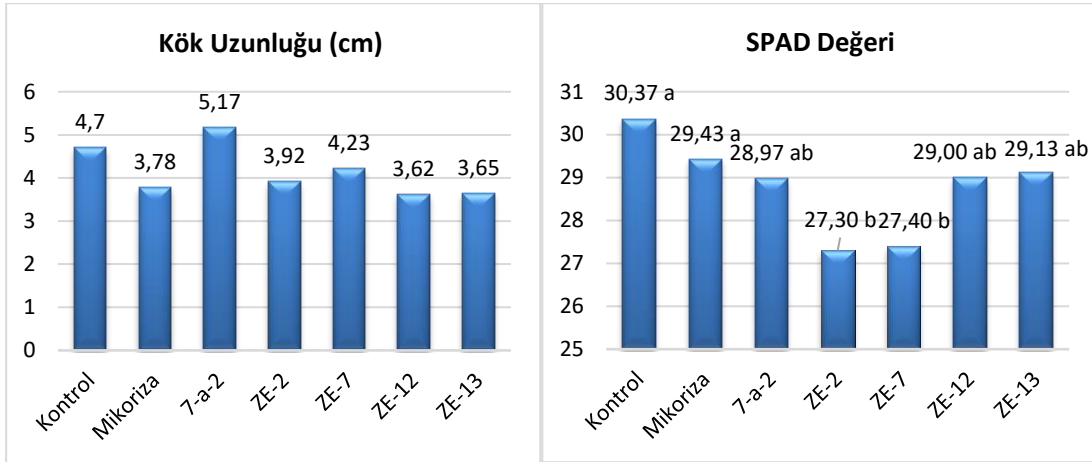
PGPR ve mikoriza uygulamaları kök uzunluğunda da farklı etkilere sahip olmuştur. En yüksek kök uzunluğu *B. cepacia* (7-a-2) uygulamasında (5.17 cm) ölçülmüştür. Kontrolle kıyaslandığında, yaklaşık %10'luk bir artış sağlamıştır. En düşük kök uzunluğuna sahip uygulama ise *P. putida* (ZE-12) uygulaması (3.62 cm) olmuştur. SPAD değeri parametresini incelediğimizde, en yüksek SPAD değeri kontrol bitkilerinde (30.37) saptanmıştır. Mikoriza, *P. putida* (ZE-12), *A. calcoaceticus* (ZE-13), *B. cepacia* (7-a-2) uygulamaları kontrol ile aynı grupta yer almıştır. En düşük SPAD değeri ise *E. cloacae* (ZE-2)

uygulamasında (27.30) tespit edilmiştir (Şekil 4). Benzer şekilde, endofitik bakteri uygulamalarının yapıldığı bir çalışmada, bakterilerin *Mirabilis jalapa* bitkisinin kök biyokütlesini %84 oranında artırdığı bunun sonucunda da kök uzunluğunun da arttığı belirtilmiştir (Mayerni ve ark., 2019). Elde edilen bu verilerin aksine, Karagöz ve ark. (2019a) tarafından sümbülde yapılan bir çalışmada bakteri uygulamalarının SPAD değerini (50.02) artırdığı görülmüştür. Bunun nedeni ise çalışmada kullanılan *Kluyvera cryocrescens* bakteri türünün etkisinden veya uygulama farklılığından

kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

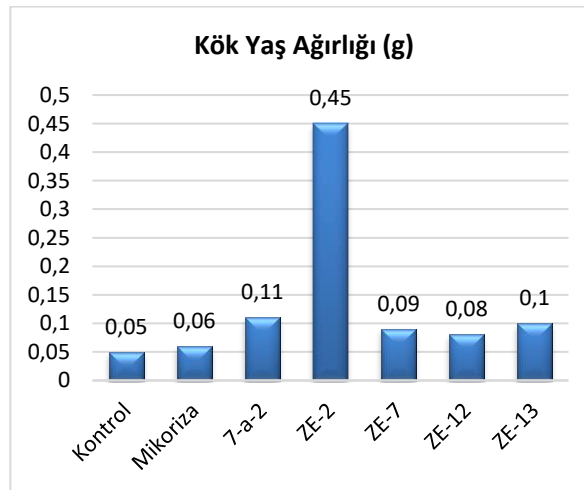
Elde edilen verilerde, kök yaş ağırlığı parametresini incelediğimizde, en yüksek kök yaş ağırlığı *E. cloacae* (ZE-2) uygulamasında (0.45 g) görülmüş olup, kontrol ile

farklı grupta yer almıştır. En düşük kök yaş ağırlığı ise kontrol bitkilerinde (0.05 g) tespit edilmiştir. *E. cloacae* (ZE-2) uygulamasını kontrol kök yaş ağırlığı ile kıyasladığımızda %90 oranında artış olmuştur (Şekil 5).



Şekil 4. Farklı uygulamaların *D. variabilis* bitkisinin kök uzunluğu ve SPAD değerine etkisi. Değerlerin yanındaki farklı harfler izolatlar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

Figure 4. The effect of different applications on root length and SPAD value of *D. variabilis* plant. Values followed by different letters indicate that the difference between isolates is statistically significant



Şekil 5. Farklı uygulamaların *D. variabilis* bitkisinin kök yaş ağırlığına etkisi

Figure 5. The effect of different applications on root fresh weight of *D. variabilis* plant

Bu konuyla ilgili yapılan çalışmaları incelediğimizde çalışmamıza benzer sonuçların ortaya çıktığı ve farklı bitkilerde rizobakterilerin kök yaş ağırlığını artırdığı kaydedilmiştir. Turan ve ark. (2014) lahanada fidelerinde tohum aşılama yöntemiyle farklı rizobakterilerin (*Bacillus megaterium* TV-91C, *Pantoea agglomerans* RK-92 ve *B. subtilis* TV-17C) kök yaş ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir. Yine, Cervantes-Vázquez ve ark. (2021) domates fidelerinde rizobakterileri kullanarak yaptıkları bir çalışmada, rizobakterilerin (*Bacillus paralicheniformis*, *Acinetobacter guillouiae*, *Aeromonas caviae* ve *Pseudomonas lini*) kök yaş ağırlığını artırdığını

saptamışlardır. Ercişli ve ark. (2004)'ünün *Rosa canina* üzerinde yapmış oldukları çalışmada da *Agrobacterium rubi* (A-16, A18) uygulamasının yan kök oluşumunu ve gelişimini teşvik ettikleri bildirilmiştir. Yapılan uygulamaların ise kök kuru ağırlığına etkisinin olmadığı belirlenmiş olup, tüm uygulamalarda kuru ağırlık 0.01 g olarak ölçülmüştür. Bunun aksine, rizobakterilerin kök kuru ağırlığında artış sağladığı bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Turan ve ark., 2014). Orhan ve ark. (2006)'nın farklı gül çeşitlerinde, kök gelişimini teşvik edici hormonun (IBA) yanı sıra *Agrobacterium rubi* uygulamasının fidelerde yan kök sayısı, yaş ve kuru kök

ağırlığında önemli artış sağladığı bildirilmiştir. Kır (2010), *Forsythia × intermedia* (Altınçanağı) bitkisinden almış oldukları odun çeliklerinin, kök gelişimini teşvik etmek amacıyla kullanılan *Agrobacterium rubi* ve *Serratia liquefaciens* bakterilerinin kök yaş ve kuru ağırlığının artışında önemli ölçüde etkili olduğunu bildirmiştir. Alınan parametrelerde diğer çalışmalardan farklı sonuçların çıkması, kullanılan materyal ve yöntemlere göre değişebilir. Bu farklılıkların bakteri türlerinin farklı olmasından, uygulama miktarlarından, sera koşullarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, günümüzde tarımsal üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler ve mikorizalar önemli bir yer almaktadır. Direk ve indirek etkileri ile, köklenmesi ve üretimi zor olan meyve ve sebzelerde kullanılan bu bakterilerin süs bitkilerinde kullanımı oldukça sınırlıdır. Bu çalışma ile Yıldız çiçeği (*D. variabilis*) tohum gelişiminde ve fide büyümesinde *E. cloacae* (ZE-2), *B. cereus* (ZE-7), *P. putida* (ZE-12), *A. calcoaceticus* (ZE-13), *B. cepecia* (7-a-2) rizobakteri türlerinin ve mikorizanın etkileri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, yapılan uygulamaların yıldız çiçeği üzerinde farklı etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. *P. putida* (ZE-12) uygulamasının kontrole kıyasla %12 oranında çimlenmeyi artırdığı, *A. calcoaceticus* (ZE-13) bakterisinin fide boyunda %32.9'luk artış sağladığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma ile doğal kökenli olan ve çevreye zararı olmayan bu bakterilerin süs bitkilerinde fide yetiştiriciliğinde kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiş olup, süs bitkileri üretim sektöründe bu uygulamaların kullanımının yaygınlaştırılması önem arz etmektedir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, bitki gelişimini teşvik eden farklı kök bakterisi ve mikoriza uygulamalarının kesme çiçek ve dış mekân süs bitkisi olarak dünya genelinde üretimi yaygın olan ve Türkiye'de de gittikçe yaygınlaşan *Dahlia variabilis* (Yıldız çiçeği) bitkisinde tohumdan fideye kadar geçen aşamada, büyüme ve gelişimine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Çalışma kapsamında, *Dahlia variabilis* 'Violet' çeşidine ait tohumlara, *Enterobacter cloacae* (ZE-2), *Bacillus cereus* (ZE-7), *Pseudomonas putida* (ZE-12), *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13), *Burkholderia cepecia* (7-a-2) bakteri türleri ve ticari olarak satışı bulunan mikoriza (5000 ppm) uygulanmıştır. Çalışmada, uygulamaların fide büyüme ve gelişimine etkilerini belirlemek için; çimlenme oranı (%), fide boyu (cm), gövde çapı (mm), yaprak sayısı (adet), bitki yaş ağırlığı (g), bitki kuru ağırlığı (g), kök uzunluğu (cm), kök

yaş ağırlığı (g), kök kuru ağırlığı (g) ve SPAD değeri ile klorofil içeriği ölçülmüştür. Çalışma sonunda, yapılan uygulamaların Yıldız çiçeği üzerinde farklı etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. *Pseudomonas putida* (ZE-12) uygulamasının kontrole kıyasla %12 oranında çimlenmeyi artırdığı, *Acinetobacter calcoaceticus* (ZE-13) bakterisinin fide boyunda %32.9'luk artış sağladığı belirlenmiştir.

Genel Yorum: Sonuç olarak, bu çalışma ile doğal kökenli olan ve çevreye zararı olmayan bu bakterilerin süs bitkilerinde fide yetiştiriciliğinde kullanılabilme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiş olup, süs bitkileri üretim sektöründe bu uygulamaların kullanımının yaygınlaştırılması önem arz etmektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: *Dahlia* bitkisi, Dünya'da tanınmasına rağmen Türkiye'de bu konuda pek fazla bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca *Dahlia* bitkisinin tohumdan fide aşamasına kadar geçen sürede, daha kaliteli fideler elde etmek için yeni izole edilen bakteri türlerinin kullanımı da oldukça sınırlıdır. Bu çalışma ile sürdürülebilir yöntemler arasında yer alan bakteri ve mikoriza uygulamaları ile fide kalitesini iyileştirmek önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Dahlia variabilis*, bitki gelişimini teşvik eden bakteri, mikoriza, fide gelişim parametresi.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abd El-Rahman AF, Shaheen HA, Abd El-Aziz RM, Ibrahim DS (2019) Influence of hydrogen cyanide-producing rhizobacteria in controlling the crown gall and root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Egypt J. Biol. Pest. Control 29(1): 1-11.
- Aktan ZC, Soylu S (2020) Diyarbakır ilinde yetişen badem ağaçlarından endofit ve epifit bakteri türlerinin izolasyonu ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarının karakterizasyonu. KSU Tarım ve Doğa Derg. 23: 641-654.
- Anbi AA, Mirshekari B, Eivazi A, Yarnia M, Behrouzfar EK (2020) PGPRs affected photosynthetic capacity and nutrient uptake in different *Salvia* species. J. Plant Nutr. 43(1): 108-121.

- Bayram M, Belguzar S (2021) The effects of antagonistic bacteria against white mold disease agent [*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary] in cucumber. *AEER* 19(2): 1135-1147.
- Cervantes-Vázquez TJÁ, Valenzuela-García AA, Cervantes-Vázquez MG, Guzmán-Silos TL, Fortiz EL, Rangel PP, Rueda-Puente EO (2021) Morphophysiological, enzymatic, and elemental activity in greenhouse tomato saladette seedlings from the effect of plant growth-promoting rhizobacteria. *Agronomy* 11(5): 1008.
- Eid AR, Awad MN, Hamouda HA (2009) Evaluate effectiveness of bio and mineral fertilization on the growth parameters and marketable cut flowers of *Matthiola incana* L. *Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 5(4): 509-518.
- Ercişli S, Eşitken A, Sahin F (2004) Exogenous IBA and inoculation with *Agrobacterium rubi* stimulate adventitious root formation on hardwood stem cuttings of two rose genotypes. *HortScience* 39: 533-534.
- Kayaaslan Z (2021) Tokat ili biber üretim alanlarında bakteriyel leke hastalığı etmeni (*Xanthomonas euvesicatoria*)'nin tanınması, epidemiyolojisi ve biyolojik mücadelesi. Doktora Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Ens., Bitki Koruma ABD, 126 s.
- Essalimi B, Esserti S, Rifai LA, Koussa T, Makroum K, Belfaiza M, Faize M (2022) Enhancement of plant growth, acclimatization, salt stress tolerance and verticillium wilt disease resistance using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) associated with plum trees (*Prunus domestica*). *Sci. Hortic.* 291: 110621.
- Flores-Félix JD, Menéndez E, Rivera LP, Marcos-García M, Martínez-Hidalgo P, Mateos PF, Rivas R (2013) Use of *Rhizobium leguminosarum* as a potential biofertilizer for *Lactuca sativa* and *Daucus carota* crops. *J. Plant. Nutr. Soil Sci.* 176(6): 876-882.
- Garcia K, Zimmermann SD (2014) Bitki potasyum beslenmesinde mikorizal birlikliklerin rolü. *Front. Plant Sci.* 5: 337.
- García-Fraile P, Carro L, Robledo M, Ramírez-Bahena MH, Flores-Félix JD, Fernández MT, Velázquez E (2012) Rhizobium promotes non-legumes growth and quality in several production steps: towards a biofertilization of edible raw vegetables healthy for humans. *PLoS One* 7(5): e38122.
- Glick BR (1995) The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Can. J. Microbiol.* 41(2): 109-117.
- Hijri M, Bâ A (2018) Mycorrhiza in tropical and neotropical ecosystems. *Front. Plant Sci.* 9: 308.
- İmriz G, Özdemir F, Topal İ, Ercan B, Taş N, Yakışır E, Okur O (2014) Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden rizobakteri (PGPR)'ler ve etki mekanizmaları. *Elektr. Mikrobiol. Derg. TR* 12(2): 1-19.
- James EK, Gyaneshwar P, Mathan N, Barraquio WL, Reddy PM, Iannetta PPM, Olivares FL, Ladha JK (2002) Infection and colonization of rice seedlings by the plant growth promoting bacterium *Herbaspirillum seropedicae* Z67. *Molecular Plant Microbe Interactions* 15(9): 894-906.
- Kara M, Soylu S (2022) Isolation of endophytic bacterial isolates from healthy banana trees and determination of their in vitro antagonistic activities against crown rot disease agent *Fusarium verticillioides*. *MKU. J. Agric. Sci.* 27(1): 36-46.
- Karagöz FP, Dursun A (2018) Effects of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria on plant development, number of bulb, quality of bulb of some tulip cultivars. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 56(2): 241-248.
- Karagöz FP, Dursun A, Kotan R (2019a) Effects of rhizobacteria on plant development, quality of flowering and bulb mineral contents in *Hyacinthus orientalis* L. *Alinteri J. of Agric. Sci.* 34(1): 88-95.
- Karagöz FP, Dursun A, Kotan R, Ekinci M, Yıldırım E, Mohammadi P (2016) Assessment of the effects of some bacterial isolates and hormones on corm formation and some plant properties in saffron (*Crocus sativus* L.). *Tarım Bilim. Derg.* 22(4): 500-511.
- Karagöz FP, Dursun A, Tekiner N, Kul R, Kotan R (2019b) Glayölde bitki büyümesi ve gelişimi üzerinde solucan gübresi ve/veya bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin etkinliği. *Süs Bahçe Bitkileri* 25: 180-188.
- Kınık ED, Çelikel FG (2020) Mikoriza ve oksin Uygulamalarının Kuşburnu (*Rosa canina* L.) çeliklerinin çoğaltılması üzerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilim. Derg.* 6(1): 1-7.
- Kır Ö (2010) Ekonomik öneme sahip bazı süs çallılarının köklendirilmesi üzerine hormonların ve bakterilerin etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üni. Fen Bilim. Enst. Bahçe Bitkileri ABD, 60 s.
- Kumar N, Prasad V, Pal Yadav N (2019) Effect of chemical fertilizers and bio fertilizers on flower yield, tuberous root yield and quality parameter on dahlia (*Dahlia variabilis* L.) cv. Kenya orange. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 8: 2265-2267.
- Kumar R, Thakur P, Gupta YC, Joshi AK, Sharma P, Sharma A, Singh S (2021) Evaluation of dahlia (*Dahlia variabilis* L) cultivars for growth and flowering characteristics under sub-montane, sub-tropical low hill zone of Himachal Pradesh. *Int. J. Farm Sci.* 11 (1 and 2): 19-23.

- Malik SA, Rather ZA, Wani MA, Din A, Nazki IT (2017) Effect of growth regulators on plant growth and flowering in dahlia (*Dahlia variabilis*) cv. Charmit. J. Exp. Agric. Int. 15(3): 1-7.
- Mayerni R, Rukmana S, Chan OS (2019) Effect of indigenos endophytic bacteria on growth of palm oil seedlings (*Elaeis guineensis* Jacq) In The Nursery. In IOP Conference Series: Environ. Earth Sci. IOP Publishing 347(1): 012026.
- Orhan E, Ercişli S, Eşitken A, Şahin F (2006) Lateral root induction by bacteria, radicle cut off and IBA treatments of almond cvs. 'Texas' and 'Nonpareil' seedling. Scientific Works of the Lithuanian Institute of Hort. and Lithuanian Uni. of Agri. Sodininkystelr Darzininkyste 25(2): 71-16.
- Pérez-Montaño F, Alías-Villegas C, Bellogín RA, Del Cerro P, Espuny MR, Jiménez-Guerrero I, Cubo T (2014) Plant growth promotion in cereal and leguminous agricultural important plants: from microorganism capacities to crop production. Microbiol. Res. 169(5-6): 325-336.
- Prisa D (2020) Improving quality of *Crocus sativus* through the use of *Bacillus subtilis*. Int. J. of Scientific Res. in Multidiscip. Studies 6(2): 9-15.
- Ram RL, Maji C, Bindroo BB (2013) Role of PGPR in different crops an overview. Indian J. Seric. 52(1): 1-13.
- Shakir MA, Bano A, Arshad M (2012) Rhizosphere bacteria containing ACCdeaminase conferred drought tolerance in wheat grown under semiarid climate. Soil Environ. 31(1): 108-112.
- Sharma S, Kaur M (2010) Antimicrobial activities of rhizobacterial strains of *Pseudomonas* and *Bacillus* strains isolated from rhizosphere soil of carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. Sunrise). Indian J. Microbiol. 50(2): 229-232.
- Soylu EM, Soylu S, Kara M, Kurt Ş (2020) Sebzelelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların *in vitro* antagonistik etkilerinin belirlenmesi. KSU Tarım Doğa Derg. 23: 7-18.
- Srivastava R, Govil M (2007) Influence of biofertilizers on growth and flowering in gladiolus cv. American beauty. Acta Hort. 742(742): 183-188.
- Sülü SM, Bozkurt İA, Soylu S (2016) Bitki büyüme düzenleyici ve biyolojik mücadele etmeni olarak bakteriyel endofitler. MKÜ Ziraat Fak. Derg. 21: 103-111.
- Terefe M, Tefera T, Sakhuja PK (2009) Effect of a formulation of *Bacillus firmus* on root-knot nematode *Meloidogyne incognita* infestation and the growth of tomato plants in the greenhouse and nursery. J. Invertebr. Pathol. 100(2): 94-99.
- Turan M, Ekinci M, Yildirim E, Güneş A, Karagöz K, Kotan R, Dursun A (2014) Plant growth-promoting rhizobacteria improved growth, nutrient, and hormone content of cabbage (*Brassica oleracea*) seedlings. Turk. J. Agric. For. 38(3): 327-333.
- Widnyana IK, Javandira C (2016) Activities *Pseudomonas spp.* and *Bacillus sp.* to stimulate germination and seedling growth of tomato plants. Agriculture and Agricultural Science Procedia 9: 419-423.
- Yazici K, Öztekin S, Güneş S (2020). Farklı azotlu gübre uygulamalarının *Dahlia sp*'nin verim ve kalite özellikleri üzerine etkisi. Türk Tarım ve Doğa Bilim. Derg. 7(4): 1171-1177.
- Yeh CM, Chung K, Liang CK, Tsai WC (2019) New insights into the symbiotic relationship between orchids and fungi. Appl. Sci. 9(3): 585.
- Zulueta-Rodriguez R, Cordoba-Matson MV, Hernandez-Montiel LG, Murillo-Amador B, Rueda-Puente E, Lara L (2014) Effect of *Pseudomonas putida* on growth and anthocyanin pigment in two poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) cultivars. Sci. World J. 2014: 810192.



Hatay ilinde yer alan turunçgil paketleme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyaya içerisindeki fungal ve bakteriyel türler ile yoğunluklarının belirlenmesi

Determination of fungal and bacterial species and their densities in fruit and airborne microbiota in citrus packing houses located in Hatay province

Aysun UYSAL^{2,*} , Şener KURT^{1,2} , Soner SOYLU¹ , Merve KARA¹ , Emine Mine SOYLU^{1,2} 

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 31034 Antakya, Hatay, Türkiye.

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi, 31034 Antakya, Hatay, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1095692](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1095692)

Geliş tarihi /Received:30.03.2022

Kabul tarihi/Accepted:23.05.2022

Keywords:

Citrus, packinghouses, post-harvest diseases, MALDI-TOF, air/fruit borne microbiota.

*Corresponding author: Aysun UYSAL

✉: aysunuysal31@gmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: This study aims to determine fungal and bacterial species and their densities in fruit and airborne microbiota in citrus packing houses located in Antakya, Dörtyol and Erzin districts of Hatay province.

Methods and Results: Investigation were conducted in citrus fruit packing houses in Hatay province in 2020-2021. In order to determine the airborne microbiota, the nutrient media were placed in 3 different regions of the packing houses (product entrance, fruit processing and product dispatch). Fruit-borne fungal and bacterial isolates were obtained from the deliberately selected rotten fruits. Fungal and bacterial isolates were identified by morphological, biochemical and MALDI-TOF proteomic analysis. *Penicillium italicum*, *Penicillium digitatum*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus oryzae*, *Mucor circinelloides*, *Xanthomonas hortorum*, *Pantoea eucrina*, *Leclercia adecarboxylata*, *Pseudoscherichia vulneris*, *Bacelliotymegatibia vulnerica*, *Bacelliot*, *eucrina*, *Leclercia adecarboxylata* and *Pseudoscherichia vulnerica* were determined as airborne fungal and bacterial species. *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, *Fusarium solani*, *Geotrichum citri-auranti*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *Phytophthora sp.*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Geotrichum candidum*, *Erwinia herbicola*, *Xanthomonas hortorum* were isolated and identified as fruit borne fungal and bacterial species on infected fruits.

Conclusions: It has been observed that the airborne microbiota density is quite higher in the fruit processing section of the packinghouses, while the microbiota density is low in the product acceptance (entry) and dispatch (exit) sections because of proper ventilation.

Significance and Impact of the Study: Airborne fungal and bacterial microbiota in the packinghouses can be easily transported by air movements and remain suspended in the air for a certain period of time, causing symptoms such as deterioration and rot in fruits. Since some of identified airborne bacterial and fungal species are known as allergens or human pathogens, necessary advices were given about the sanitation measures which should be taken into consideration in commercial citrus packinghouses.

Atif / Citation: Uysal A, Kurt Ş, Soylu S, Kara M, Soylu EM (2022) Hatay ilinde yer alan turunçgil paketleme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyaya içerisindeki fungal ve bakteriyel türler ile yoğunluklarının belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 340-351. DOI: 10.37908/mkutbd.1095692

GİRİŞ

Turunçgiller içerdikleri vitamin, mineral ve lezzet açısından insan beslenmesinde önemli bir yere sahip ve en çok üretilen meyve cinslerinden biridir. Bu ürünler, beslenmede taşıdıkları önem nedeni ile taze olarak tüketilmektedir. Özellikle son yıllarda tüketilen bu tür besinlerin güvenilir olması, doğal ve sağlık yönünden risk taşımaması aranılan özelliklerdir (Anonim 2015). Dünya genelinde 100'den fazla ülkede yetiştirilen turunçgiller, portakal, mandalina, greyfurt, limon ve misket limonu gibi çeşitli türden oluşmaktadır (Ismail ve Zhang, 2004). Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) 2020 yılı verilerine göre dünya genelinde turunçgil üretimi 138 milyon ton olup, 36 milyon ton ile Çin ve 19 milyon ton ile Brezilya ilk sıralarda yer almıştır (Anonymous, 2020). Ülkemiz genelinde 2021 yılında turunçgil üretimi 5.3 milyon ton olup, bu üretimin yaklaşık 4 milyon tonu Akdeniz bölgesinde gerçekleşmiştir (Anonim, 2021).

Dünya yaş meyve sebze sektöründe en çok ihraç edilen ürün grubu %11.8 pay ile kırmızı meyveler (çilek, ahududu, böğürtlen, siyah-beyaz-kırmızı kuş üzümü, Bektaşi üzümü vb.) olurken bunu %10.8 ile turunçgiller takip etmiştir. Akdeniz ihracatçıları birliği (AKİB) tarafından hazırlanan raporda, ülkemizde 2018 yılında üretilen toplam 22.2 milyon ton yaş sebze ve meyvenin 4.5 milyon tonu (%9) birçok ülkeye ihraç edilmiştir (AKİB, 2018). Türkiye bu rakamla dünya yaş meyve ve sebze ihracatında 12. sırada yer almıştır (AKİB, 2018). Türkiye genelinde üretilen yaş meyve ve sebze arasında en fazla ihraç edilen ürünler arasında turunçgiller %38 ile ilk sırada yer almıştır.

Günümüz koşullarında, Dünya'da hızla artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılamak, sınırlı tarım alanlarında yetişen ürünlerin verimlerindeki artış kadar, alınan ürünün korunması ve muhafazası ile mümkün olmaktadır. Yapılan araştırmalarda, yaş meyve ve sebzelerde hasat sonrası ortaya çıkan kayıplar gelişmekte olan ülkelerde ortalama %20-30 gibi oldukça önemli düzeydedir. Bu durum, hasat sonrasında ürünlerde kayıplara neden olan abiyotik ve biyotik etkenlerin yeterince kontrol edilememesinin yanında, ürünlerin muhafaza koşullarının iyi olmaması ve esas itibarıyla üretici-tüketici zinciri arasındaki yetiştiricilik hatalardan da kaynaklanmaktadır (Subaşı, 2014).

Hatay ilinde soğuk hava depo sayısı 27 olup, muhafaza kapasitesi 44.600 tondur. Söz konusu bu tesisler ağırlıklı olarak paketleme evi ile entegre olarak işletilmekte (Toplam 38.400 ton kapasitede 22 adet), bunun yanı sıra sadece soğuk hava deposu olarak işletilen tesislerde (Toplam 6.200 ton kapasitede 5 adet) bulunmaktadır. Soğuk hava depolarının %92.6'sında sadece meyve ve

sebze depolanırken, %3.7'sinde meyve ve sebzelerle birlikte diğer ürünlerde depolanmamaktadır. İşletmelerde depolanan ürünler arasında turunçgiller (portakal, mandarin, altıntop, limon) açık ara ilk sırada gelmektedir (Yıldız, 2014).

Hasat sonrası ortaya çıkan fungal ve bakteriyel kökenli hastalıklar taze meyvelerin, depo ömrünü azaltan başlıca sorunlardan biridir (Prusky 2011). Bu hastalıklar depolanan ürünün çeşidine ve depolama koşullarına bağlı olarak % 30-50 oranında kayıplara sebep olmaktadır (Klein ve Lurie, 1991; Gomes ve ark., 2015). Bu kayıpları en aza indirmek için uzun süreden beri farklı fungusitler yaygın biçimde kullanılmaktadır (Yıldız ve ark., 2002).

Ülkemizde taze tüketime sunulan ürünlerde hasat sonrası hastalıklardan meydana gelen kayıplar hakkında kesin veriler bulunmamasına karşın, özellikle bazı meyvelerle ilgili çalışmalardan elde edilen sonuçlar, ülkemizdeki durum hakkında bir fikir vermektedir. Yaş meyve ve sebzeler bol miktarda su ve besin maddesi içerdiklerinden dolayı fungal ve bakteri kökenli patojenlerin saldırılarına maruz kalırlar. Hasattan sonra, direnci azalan ürünlerde kayıplar meydana gelir ve bu ürünler, sağlam olanları da etkiledikleri görülür. Ayrıca, enfekteli ürünlerde; etilen sentezi, solunum ve ısı üretimindeki artış olgunlaşmayı hızlandırdığı için ürünün direnci azalır ve enfekte olmaları kolaylaşır (Benli, 2003). Ülkemizde ve dünyanın önde gelen ülkelerinde yetiştirilen turunçgil meyvelerinde derim sonrası hastalık oluşturmak suretiyle ekonomik kayıplar genellikle fungal kökenli mavi-yeşil küf [*Penicillium digitatum* (Pers.:Fr.), *Penicillium italicum* (Wehmer)], ekşi çürüklük [*Geotrichum citri-aurantii* (Ferraris)], sap ucu çürüklükleri [*Phomopsis citri* H. Fawc. Non (Sacc.) ve *Diplodia natalensis*], antraknoz [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. and Sacc.], kahverengi çürüklük [*Phytophthora palmivora* (Butler) Butler]] ve siyah çürüklük [*Alternaria citri* Ellis and N. Pierce] hastalıkları tarafından oluşturulmaktadır (Snowdon, 1990; Palumbo ve ark., 2006; Ladaniya, 2008; McKay ve ark., 2012; Akhtar ve ark., 2013; Hocking, 2014; Palou, 2014; Berk, 2016; Uysal ve ark., 2016, Khamis ve ark., 2017; Saito ve Xiao, 2017; Deng ve ark., 2018; Uysal ve Kurt, 2018; Zaheer ve ark., 2019; Kanashiro ve ark., 2020; Jayasekara ve ark., 2022). Özellikle *Cladosporium* spp., *Alternaria* spp., *Stemphylium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizopus* spp., *Mucor* spp., *Botrytis* sp., *Fusarium* spp. gibi fungal patojenler hava hareketleri ile kolayca taşınarak sanitasyon kurallarının uygulanmadığı, doğru koşullarda depolanmayan paketleme evlerindeki hasat edilmiş sebze ve meyveler üzerinde gelişerek çürüklüğünün yanı sıra ürünlerde mikotoksin birikimine

neden olmaktadır (Maldonado ve ark., 2009; Saito ve Xiao, 2017; Jayasekara ve ark., 2022). *Penicillium digitatum*, tek başına toplam hasat sonrası kayıpların yaklaşık %90' ından sorumludur. Bu hastalık etmenleri, meyvelerin toplama, paketlenme, depolama ve nakliye sırasında ve hasat sırasında oluşan yaralanmalardan giriş yapmaktadır (Ladaniya, 2008; Palou, 2014; Berk, 2016; Wang ve ark., 2018; Bazioli ve ark., 2019). Fungal etmenlerin yanısıra, *Erwinia*, *Pectobacterium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Lactobacillus* ve *Xanthomonas* cinsine ait farklı türler, hasat sonrası birçok meyve ve sebzelerde yumuşak çürümelere sebep olan ana veya fırsatçı bakteriyel etmenler olarak bildirilmiştir (Coates ve Johnson, 1989; Carolis ve ark., 2012).

Yaş sebze ve meyvelerde hasat sonrası hastalıklara sebep olan bakteriyel ve fungal etmenlerin tanımlanmaları son yıllarda MALDI-TOF MS gibi yöntemle hızlı ve güvenilir bir şekilde yapılmaktadır (Li ve ark. 2017; Uysal ve ark., 2019; Akkoyun ve Kiraz, 2019). Bu çalışma, Hatay ilinin Antakya, Dörtyol ve Erzin ilçelerinde yer alan yüksek paketlenme ve soğuk hava kapasiteli ticari turuncğil paketlenme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyot içerisindeki fungal ve bakteriyel türleri tanımlamak ve yoğunluklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Tesislerin farklı bölgelerine konulan fungus ve bakteri besi yerleri ile tesislerde hastalık belirtileri gösteren farklı turuncğil meyve örnekleri üzerinden yapılan izolasyonlar sonucu gelişen fungal ve bakteriyel türler morfolojik, biyokimyasal ve MALDI-TOF MS

proteomik yöntemleri ile tanımlanmışlardır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Paketlenme evlerinde örnekleme yapılması

Hatay ilinin Antakya, Dörtyol ve Erzin ilçelerinde yer alan 3 farklı turuncğil paketlenme tesislerinde meyve paketlenme işlemlerinin yoğun olduğu 2020 yılının Kasım ve Aralık ayları ile 2021'in Ocak ayında inceleme ve gözlemler yapılmıştır. Meyve kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyotanın belirlenmesi için, paketlenme evlerinde tesadüfi örnekleme yöntemine göre, işlenen turuncğil çeşitlerini ve yumuşama, çürüme vb. farklı hastalık belirtileri gösteren meyveleri temsil edecek şekilde güdümlü örnekleme yapılmıştır (Şekil 1).

Meyve kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyotanın izolasyonu ve yoğunluğunun belirlenmesi

Paketlenme tesislerinden güdümlü olarak toplanan yumuşama ve çürüme belirtileri gösteren meyvelerden laboratuvar koşullarında fungal türlerin izolasyonu PDA, bakteriyel etmenlerin izolasyonu ise KB besi yerleri kullanılarak yapılmıştır. Fungal etmenlerin izolasyonu için, yumuşama ve çürüme gözlenen meyvelerden steril bistürü yardımıyla 5-6 mm çapında küçük parçalar alınarak %70'lik etanol çözeltisi ile yüzeyden steril edilmiştir. Daha sonra bu doku parçaları, steril saf su ile durulanarak steril kurutma kağıtlarında 15 dk. kurumaya bırakılmıştır.



Şekil 1. Farklı turuncğil meyve türlerinde fungal ve bakteriyel mikrobiyotanın neden olduğu hastalık belirtileri
Figure 1. Disease symptoms caused by fruit-borne fungal and bacterial microbiota on different citrus fruits

Doku parçaları kuruduktan sonra bakteriyel bulaşmalarını engellemek için antibiyotik (streptomisin sülfat, 100 µg ml⁻¹) ilave edilmiş PDA besi yerleri üzerine yerleştirilmiştir. Petriler 25 C'de 3 gün boyunca inkübe edilmiş ve bu süre sonunda gelişen fungal kolonilerden PDA'ya saflaştırmalar yapılmıştır (Schipper, 1978; Sutton, 1980; Samson ve Pitt, 2000; Dugan, 2006; Simmons, 2007). Bakteriyel etmenlerin izolasyonu için,

enfekteli olduğundan kuşkulanan meyve örnekleri, %70'lik etil alkol ile 2 dk. yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra meyvelerin üst kabuk dokusu bistürü ile kesildikten sonra hastalıklı iç dokuları doğrudan besi yerine temas ettirmek (imprint yöntemi) suretiyle gerçekleştirilmiştir (Aktan ve Soylu, 2020).

Bakteri izolasyonlarının yapıldığı petriler, 27°C'de 24-48 saat süre ile inkübe edilmiş ve besi yerinde gelişen farklı

morfolojik özellikteki bakteri kolonilerinden saflaştırmalar yapılmıştır.

İzolasyon aşamasında her meyve için 3 petri ve her petriye 6 doku parçası gelecek şekilde 18 doku kesiti kullanılmıştır. Petri kapları, bakteri gelişimi için 28-30°C sıcaklıkta 24-48 saat, fungal gelişimi için 4-5 gün süre inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda her bir petri kabındaki gelişen bakteri ve fungal kolonileri sayılarak belirlenmiştir.

Hava kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyota yoğunluğunun belirlenmesi

Paketleme tesislerindeki hava kökenli mikrobiyotadaki fungal ve bakteriyel türlerin belirlenmesi amacıyla turuncgil paketleme tesislerine meyve işleminin en yoğun olduğu Kasım-Aralık 2020 ile Ocak 2021 aylarında düzenli sürveyler yapılmıştır. Fungal türler için Patates dekstroza agar (PDA), bakteriyel etmenler için King's B (KB) besi yerleri, 9 mm çapında petri kaplarına döküldükten sonra kapakları açık bir şekilde paketleme

tesislerinde (i) giriş bölümü, (ii) işleme bölümü [yıkama, ayıklama, muhlama ve paketleme] ve (iii) ürünlerin paketlenip dağıtıma hazırlandığı sevkiyat bölümü olmak üzere 3 farklı bölgede yerden 2-2.5 metre yüksekliğe farklı bekleme süreleri (5, 15, 30, 60 ve 120 dk olacak şekilde) dikkate alınarak yerleştirilmiştir (Şekil 2). Her süre için 10' ar adet petri kapları kullanılmıştır. Bu sürelerin sonunda kapakları kapatılan petri kapları bulunduğu yerlerden alındıktan sonra HMKÜ Bitki Sağlığı Kliniği Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarlarına getirilerek 25°C inkübatörde gelişmeye bırakılmıştır. 3-5 günlük inkübasyonun sonunda gelişen fungal ve bakteri kolonilerinin led digitron (ISOLAB) göstergeli koloni sayacı kullanılarak mikrobiyota yoğunlukları belirlenmiştir. Petri kaplarında gelişim gösteren farklı morfolojik yapıya sahip fungal ve bakteriyel koloniler seçilip saflaştırılarak MALDI TOF MS cihazında tür teşhislerinin yapılması için buzdolabında (+4 °C) saklanmışlardır.



Şekil 2. Paketleme tesislerinin farklı kısımlarına (A: ürün girişi, B: ürün çıkışı, C-D: ürün işleme) yerleştirilmiş petri kapları (ok)

Figure 2. Petri dishes (arrows) placed in different zones (A: product entry, B: product output C-D: product processing) of packinghouses

Meyve ve hava kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyotanın MALDI-TOF MS ile tanılanması

Saf ve tek koloni olacak şekilde elde edilen bakteri izolatları NA besi yerlerinde 24 saat süreyle inkübasyonu sağlanmıştır. Saf ve tek spor olarak elde edilen fungal kültürleri ise, PDA ortamında 4-5 gün süre ile geliştirilmiştir. Gelişen fungal kültürlerden alınan 2-3 misel diski (5 mm çapında) ortalama 8 ml Sabouraud Dextrose Broth besi yeri içeren steril cam tüplere (16x2 cm) aktarılmıştır. Tüpler 2-3 gün süreyle rotatörde (20 rpm) 25°C gelişmeye bırakılmıştır (Soylu ve ark., 2021). Gerek fungus gerekse bakteri kültürlerinden protein ekstraksiyonu, üretici firmanın önerdiği etanol-formik asit ekstraksiyon protokolu dikkate alınarak

gerçekleştirilmiştir. Cihazın Flex Kontrol yazılım programı (Biotyper 3.0; Microflex LT; Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) ve kütüphanesi (version 9.0) ile elde edilen spektrumlar, Maldit Biotyper Real-Time Classification (RTC) yazılımı ile karşılaştırılarak mikrobiyota türlerinin teşhis işlemleri yapılmıştır (Şekil 3). Analiz sonucunda 2.3-3.0 (yeşil renk) arası skor değeri yüksek olası tür teşhisi, 2.0-2.29 (yeşil renk) arası skor güvenilir cins düzeyinde teşhis ve muhtemel tür düzeyinde teşhis, 1.7-1.99 (sarı renk) arası skor muhtemel cins düzeyinde teşhis, 0.0-1.69 (kırmızı renk) arası skor ise güvenilir teşhis olarak değerlendirilmiştir (Uysal ve ark., 2019).

Analyte Name:	B11
Analyte Description:	?
Analyte ID:	4
Analyte Creation Date/Time:	2020-11-04T02:50:56.547
Applied MSP Library(ies):	Filamentous Fungi
Applied Taxonomy Tree:	

Rank (Quality)	Matched Pattern	Score Value	NCBI Identifier
1 (++)	Penicillium digitatum DSM 62840 DSM	2.027	36651
2 (+)	Penicillium expansum DSM 1994 DSM	1.985	27334
3 (+)	Penicillium digitatum D_16_256_6_4 LLH	1.914	36651

Şekil 3. Hastalıklı turuncğil meyvesinden izole edilen *P. digitatum* izolatının MALDI-TOF teşhis sonucu.

Figure 3. MALDI-TOF identification result of *P. digitatum*, isolated from the diseased citrus fruit

BULGULAR VE TARTIŞMA

Meyve kökenli fungal ve bakteriyel türler ve yoğunluklarının belirlenmesi

Paketleme evlerinde, meyve kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyotanın belirlenmesi için tesislerde tipik yumuşama ve çürüme şeklinde hastalık belirtileri gösteren meyve türlerini temsilen toplam 94 adet mandarin (40), limon (32) ve portakal (22) meyve örneği alınmış ve bu meyvelerden fungal ve bakteri türler izole edilmiştir. Yapılan izolasyonlar sonucunda, *Penicillium digitatum* (530 koloni petri⁻¹) ve *Penicillium italicum* (343 koloni petri⁻¹) en yoğun belirlenen türler olup bu türleri sırasıyla, *Alternaria alternata* (206 koloni petri⁻¹), *Geotrichum citri-auranti* (116 koloni petri⁻¹), *Cladosporium herbarum* (81 koloni petri⁻¹), *Fusarium solani* (65 koloni petri⁻¹), *Colletotrichum gloeosporioides*

(37 koloni petri⁻¹) ve *Phytophthora* sp. (21 koloni petri⁻¹) türleri takip etmiştir. Meyve örneklerinden ayrıca *Xanthomonas hortorum* ve *Erwinia herbicola* olarak tanımlanan iki farklı bakteri türü belirlenmiştir. Turuncğil türleri incelendiğinde ise, yumuşama ve çürüme belirtileri gösteren meyvelerden en yoğun fungal mikroorganizma yoğunluğu mandarin (692 koloni petri⁻¹) ve limon (698 koloni petri⁻¹) meyvelerinde, en az ise portakalda (292 koloni petri⁻¹) tespit edilmiştir. Fungal izolatların yanısıra hastalıklı meyvelerden *Xanthomonas hortorum* (162 koloni petri⁻¹) ve *Erwinia herbicola* (121 koloni petri⁻¹) olarak tanımlanan bakteri yoğunluğuda tespit edilmiştir (Çizelge 1). Söz konusu bakteri türleri ile yapılan patojenite testlerinde meyvelerde yumuşak çürüklük belirtileri gözlenmemiş olması, elde edilen izolatların hastalık etmeninden ziyade fırsatçı etmen olabileceğini göstermiştir.

Çizelge 1. Paketleme evlerinde en yaygın olarak tespit edilen meyve kökenli mikrobiyotada fungal ve bakteriyel türler ve yoğunlukları (koloni petri⁻¹)

Table 1. Densities of most commonly detected fruit-derived fungal and bacterial microbiota species in packing houses

Fungal ve Bakteriyel Türler	Hastalıklı Turuncğil Türleri ve koloni sayısı*			
	Mandarin	Limon	Portakal	Toplam
<i>Penicillium digitatum</i>	210	222	98	530
<i>Penicillium italicum</i>	121	145	77	343
<i>Alternaria alternata</i>	88	91	27	206
<i>Geotrichum citri-auranti</i>	54	62	-	116
<i>Cladosporium herbarum</i>	47	-	34	81
<i>Fusarium solani</i>	23	32	10	65
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	21	11	5	37
<i>Phytophthora</i> sp.	5	16	-	21
Toplam	569	579	251	1399
<i>Erwinia herbicola</i>	45	55	21	121
<i>Xanthomonas hortorum</i>	78	64	20	162
Toplam	123	119	41	283

*Örnekleme yapılan toplam meyvede petri başına düşen toplam koloni sayısı

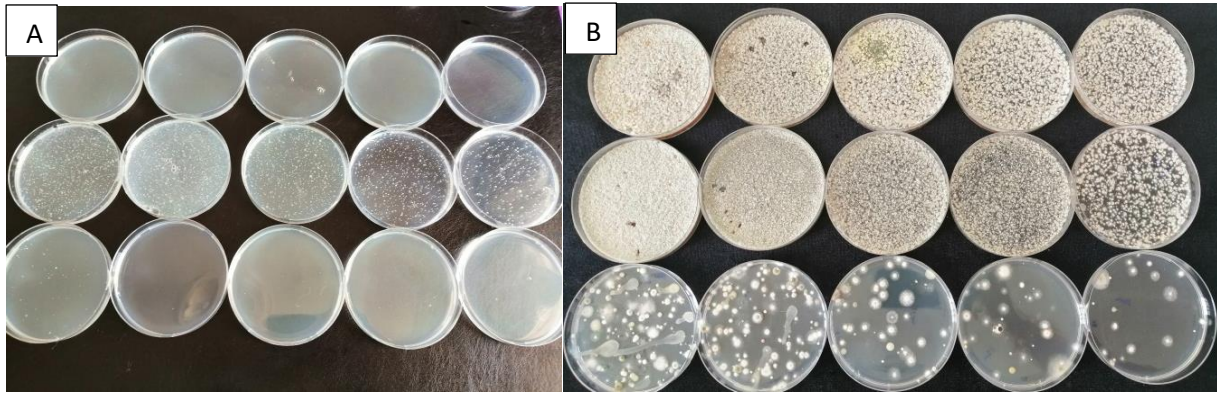
Saito ve Xiao (2017) tarafından Californiya eyaletindeki 3 farklı paketlenme tesislerine yapılan sürveylerde mandarin meyvelerinde sorun başlıca hasat sonrası hastalıkları belirlemek için, 2015 ve 2016 yıllarında gerek işlenmek üzere bekletilen gerekse soğuk hava deposunda bekletilen kasalardan çürük meyveler toplanmıştır. Tüm çürük meyvelerden fungal izolasyonlar yapıldıktan sonra elde edilen fungal izolatlarla tanılama çalışmaları yapılmıştır. 2015 ve 2016 yıllarında sırasıyla %53.5 ve %83.1 ile ön ayırma sırasında toplanan depolanmamış meyvelerde en yaygın hastalık *Alternaria* spp'nin neden olduğu *Alternaria* çürüklüğü olduğu, soğukta muhafaza edilen meyvelerde 2015 yılında en yaygın olarak *Penicillium digitatum*'un neden olduğu yeşil küf (%36.3) görülürken, bunu 2015 yılında *Mucor piriformis*'in neden olduğu *Mucor* çürüklüğü (%27.7) ve *P. italicum*'un neden olduğu mavi küf (%23.3) hastalıkları takip ettiği bildirilmiştir. Çalışmanın 2016 yılındaki sürveylerinde *Botrytis cinerea*'nin neden olduğu gri küf (%29.7) en yaygın hastalık olurken, bunu *Mucor* çürüklüğü (%27.1) ve *Geotrichum citri-aurantii*'nin neden olduğu ekşi çürüklük (%18.7) hastalıkları izlemiştir.

Çalışmalarımızda tespit edilen bakteriyel türlere ait sonuçları destekler şekilde, yumuşak çürüklük belirtileri

gösteren birçok meyve ve sebze örneklerinden *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Lactobacillus* ve *Xanthomonas* cinsine ait fırsatçı (sekonder) bakteriyel türler izole edilerek tanılanmıştır (Coates ve Johnson, 1989). Bakteriyel türlerin yanısıra fungal etmen *Cladosporium herbarum* nispeten düşük öneme sahip olarak belirlenmiş olmasına rağmen, etmenin göz ardı edilmemesi gerektiği daha önceden turunçgil paketlenme evlerinde yapılmış çalışmada da önerilmiştir (Fischer ve ark., 2009).

Hava kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyota tür ve yoğunluklarının belirlenmesi

Hatay'ın Antakya, Dört Yol ve Erzin ilçelerinde yer alan paketlenme evlerinde Kasım-Aralık 2020 ile Ocak 2021 aylarında (Turunçgil meyve paketlenmenin en yoğun olduğu dönemler) paketlenme evlerinin 3 farklı bölümüne (ürünlerin paketlenme evine giriş bölümü, ürünün işleme bölümü [yıkama, seçilme, muhlama ve paketlenme] ve ürünlerin paketlenip dağıtımına hazırlandığı [çıkış] bölüm) olmak üzere üç bölgeye yerleştirilen petriyelerde farklı cins ve türlere ait bakteri ve fungus türleri gözlenmiştir (Şekil 4).

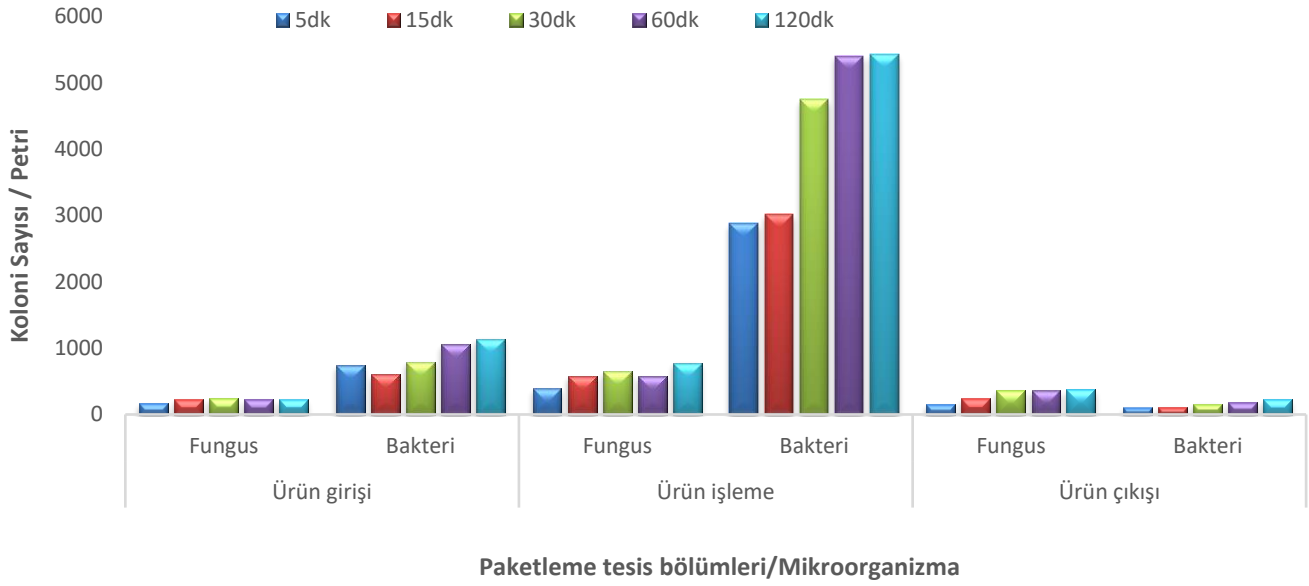


Şekil 4. Paketlenme tesislerinin farklı bölgelerine yerleştirilen petri kapları üzerinde gelişen hava kökenli bakteri (A) ve fungus (B) kolonileri

Figure 4. Airborne bacterial (A) and fungal (B) cultures growing on petri dishes placed in different regions of packing houses

Paketlenme tesislerindeki hava kökenli mikrobiyotanın belirlenmesi için tesislerin farklı bölgelerine kapağı açık olarak bırakılan PDA ve KB besi yerlerinin üzerinde gelişen fungus ve bakteri kolonilerinden MALDI-TOF MS ile yapılan analizler sonucunda 3 cinse ait 4 farklı fungal tür ile 10 farklı bakteri türü tanılanmıştır. Paketlenme tesislerinin üç farklı bölümlerinde (ürün girişi, ürün işleme, ürün çıkışı) hava kökenli mikrobiyotanın belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaları sonucunda, en fazla toplam fungal ve bakteriyel mikrobiyal yoğunluk

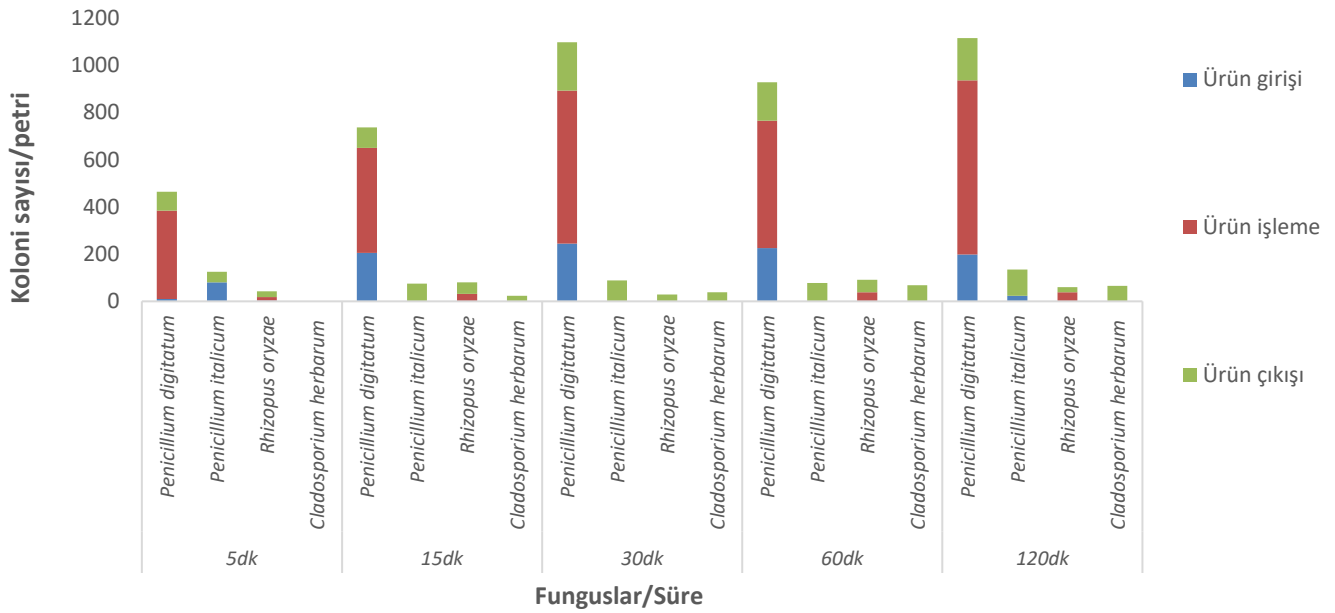
(24.454 koloni petri⁻¹) meyvelerin yıkama, seçilme, sınıflandırma, muhlama ve paketlenme işlemlerinin gerçekleştiği ürün işleme bölümünde tespit edilmiştir. Ürün işleme bölümünde bakteriyel mikrobiyota yoğunluğu (21.480 koloni petri⁻¹) fungal biyota yoğunluğundan (2.974 koloni petri⁻¹) daha fazla olduğu gözlenmiştir. Paketlenme tesislerinin diğer bölümleri olan ürün girişi (5.416 koloni petri⁻¹) ve çıkışlarında (2.284 koloni petri⁻¹) mikrobiyota yoğunluğunun oldukça düşük miktarda olduğu belirlenmiştir (Şekil 5).



Paketleme tesis bölümleri/Mikroorganizma

Şekil 5. Turunçgil paketleme tesislerinin farklı bölümlerinde belirlenen hava kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyota yoğunlukları

Figure 5. Airborne fungal and bacterial microbiota densities determined in different zones of citrus packing houses



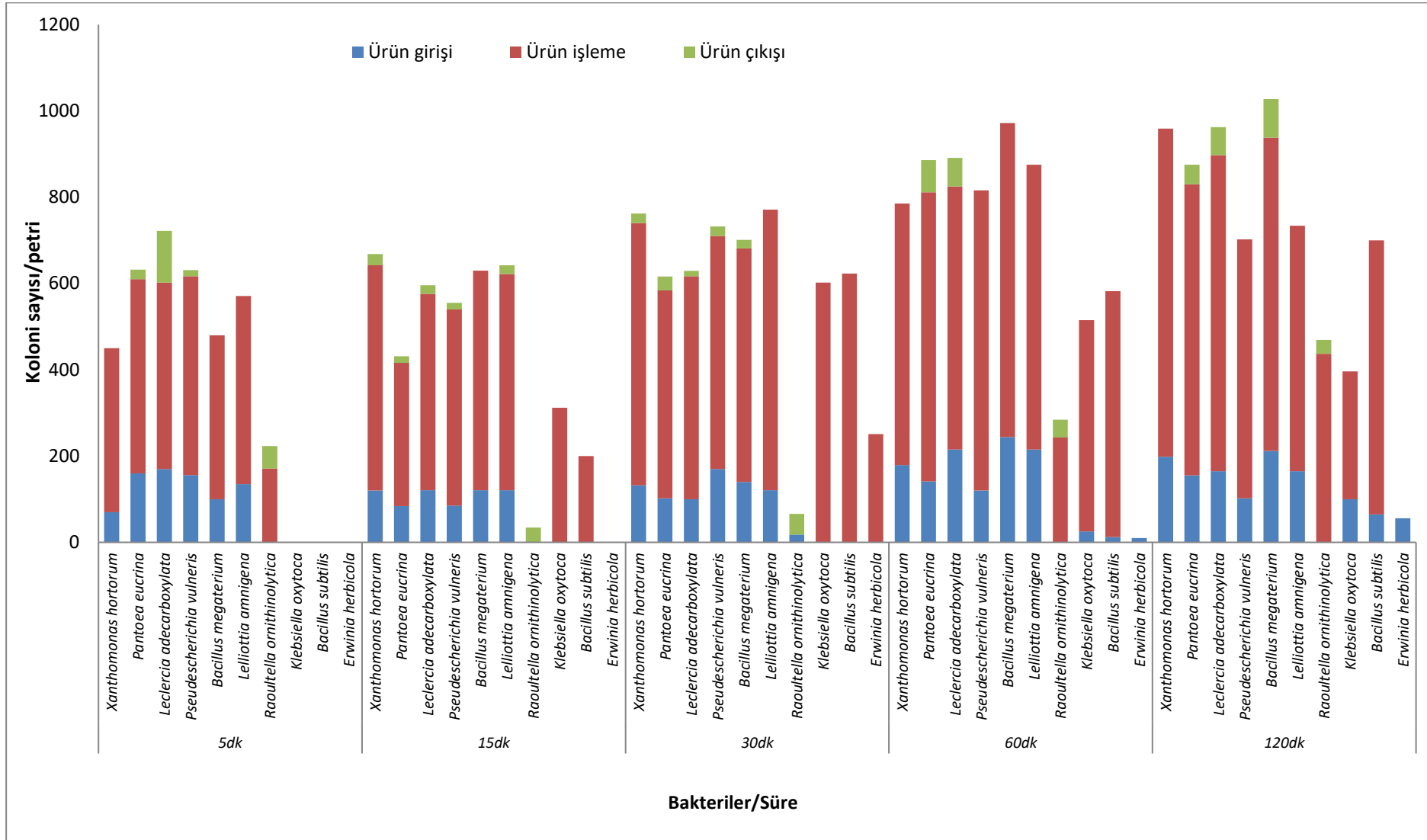
Funguslar/Süre

Şekil 6. Paketleme evlerinin 3 farklı alanında farklı sürelerde belirlenen hava kökenli fungal etmenlerin yoğunlukları (Her süre için 10 petri toplama)

Figure 6. Airborne fungal densities determined at different times in different zones of packinghouses (10 petri dishes for each period)

Hava kökenli fungus yoğunluğu, paketleme evlerinin farklı bölümlerine (ürün girişi, ürün işleme ve ürün çıkışı) göre değişiklik göstermiştir. Yapılan izolasyon çalışmalarında fungus yoğunluğunun ürün işleme bölümünde oldukça fazla olduğu gözlenmiştir. Hava kökenli olarak belirlenen fungus türleri arasında en

yoğun olarak tespit edilen tür *Penicillium digitatum* (4.345 koloni) olurken bu türü sırasıyla, *Penicillium italicum* (264 koloni), *Rhizopus oryzae* (264 koloni), ve *Cladosporium herbarum* (196 koloni) takip etmiştir. Petrilerin, paketleme evlerinde açık kalma süreleri incelendiğinde kapak açıklık süresi arttıkça petri



Şekil 7. Paketleme evlerinin farklı bölümlerinde, farklı sürelerde belirlenen hava kökenli bakteri yoğunlukları (Her süre için 10 petri toplama)
 Figure 7. Airborne bacteria densities determined at different times in different zones of packaging houses (10 petri dishes for each period)

kutularındaki fungus yoğunluğunda da artış gözlenmiştir (Şekil 6).

Hava kökenli fungal türlerde gözlenen durumun benzeri bakteri türleri içinde gözlenmiştir. Bakteri yoğunluğu paketlenen evlerinin farklı bölümlerine (ürün girişi, ürün işleme ve ürün çıkışı) göre değişim göstermiştir. Bakteri yoğunluğunun ürün işleme bölümünde fungus yoğunluğuna benzer şekilde oldukça fazla olduğu gözlenmiştir. Yoğunluklarına göre en yaygın karşılaşılan bakteriyel tür *Bacillus megaterium* (3.810 koloni) olup bu türü sırasıyla, *Leclercia adecarboxylata* (3.800 koloni), *Xanthomonas hortorum* (3.624 koloni), *Lelliottia amnigena* (3.593 koloni), *Pantoea eucrina* (3.440 koloni), *Pseudoscherichia vulneris* (3.436 koloni), *Raoultella ornithinolytica* (1.076 koloni), *Klebsiella oxytoca* (1.825 koloni), *Bacillus subtilis* (2.105 koloni) ve *Erwinia herbicola* (317 koloni) türleri takip etmiştir (Şekil 6). Yapılan inceleme ve tanılama sonuçlarına göre, tesislerden ürün sevkiyatının yapıldığı çıkış kısımlarında bakteri yoğunluğunun düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 6 ve 7).

Brezilya'nın Sao Paulo Eyaletinde 2004 ve 2005 yıllarında 2 farklı turuncgil paketlenen tesisinde yer alan alet ve ekipmanlar ile tesislerinin çevresel ve yüzeysel mikroflorasının karakterizasyonuna yönelik yapılan bir çalışmada en yaygın fungus türlerinin *Cladosporium* ve *Penicillium* cinslerine dahil izolatlar olarak belirlenmiştir. Tesis içinde temiz olarak bilinen alanların (meyvelerin yıkandığı havuzlar, paketlenen masası, karton ve plastik kutular) kirli olarak bilinen alanlar (meyvelerin alınması ve ilk seleksiyon) arasında bulaşıklık düzeyi arasında bir farkın olmadığı bildirilmiştir (Fischer ve ark., 2009).

Turuncgil meyve yüzeyi mikrobiyal popülasyonları, Florida'daki yedi ticari paketlenen tesisinin farklı paketlenen ve işleme hatlarında takip edilerek değerlendirilmiştir. Tesislerde yapılan izolasyonlar sonucunda *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter* spp., *E.coli* ve *Citrobacter freundii* yaygın bakteriyel türler olarak belirlenmiştir. Bakteriyel türlerden *Klebsiella* ve *Enterobacter* spp. genellikle tarımsal ürünlerle yumuşak çürüklük belirtileri ile ilişkili mikroorganizmalar olarak bildirilmiştir. Çalışma sonucunda bu bakteri türlerinin tesislerde çalışanlar üzerinde olumsuz etkileri olabileceğine dikkat çekilmiştir (Pao ve Brown, 1998).

Bursa ilinde yer alan gıda üretim tesisleri ve depolarındaki iç mekan hava kaynaklı fungal kontaminantlarının izolasyonu ve tanımlanması çalışmasında, çalışmalarımızda elde edilen sonuçlara benzer şekilde *Cladosporium* (%35.41), *Penicillium* (%28.74), *Alternaria* (%12.06) ve *Aspergillus* (%7.46) en yaygın sıklıkta elde edilen fungal türler olduğunu belirlenmiştir (Şimşekli ve ark., 1999). Çalışmalarımızda

tanımlanan fungal türlerinin bazılarının alerjen özelliğe sahip olduğu, bu türlerin sporlarına maruz kalan duyarlı kişilerde alerjik rinit, bronşiyal astım veya dışsal alerjik alveolit gibi olumsuzlukların ortaya çıkabileceği yapılan önceki çalışmalarla bildirilmiştir (Lugauskas ve ark., 2004).

Sonuç olarak, bu çalışmada Hatay ilinde bulunan farklı paketlenen tesislerinde işlenen meyvelerde ve işletmenin havasındaki mikrobiota içerisindeki fungal ve bakteriyel türleri ve yoğunlukları belirlenmiştir. Paketlenen evlerindeki mikrobiyal hava kirliliğinin her zaman göz ardı ediliyor olması ürünlerde ciddi kalite ve verim kayıplarına, tesis çalışanlarında ise sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Bu çalışma ile paketlenen tesislerinin farklı bölümlerinde (ürün giriş, ürün işleme, ürün çıkışı) havanın mikrobiyal kirlilik durumu belirlenmiştir. Özellikle, *Penicillium Cladosporium*, *Alternaria*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Stemphylium*, *Aspergillus*, *Rhizopus* ve *Mucor* gibi funguslar hava hareketleri ile kolayca taşınabilmesi, havada belli süre askıda kalmaları sonucunda meyvelerde doku yumuşaması ve çürüme gibi hastalık belirtilerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu fungusların sporlarına maruz kalan meyvelerde ihracat edildikleri yerlere ulaşıncaya kadar büyük kayıplar ortaya çıkabilmektedir. Meyvelerde en büyük kayıplar fungal ve bakteriyel kaynaklı organizmaların oluşturduğu çürümelerle olduğu için kayıplar neredeyse %30-40 lara ulaşmaktadır (AKİB, 2018). Bu durum ciddi maddi kayıplara yol açmaktadır. Söz konusu tespit edilen bakteriyel ve fungal türler, paketlenen ekipmanlarını, sarartma ve depolama odalarını yağmurlama ve sabun tanklarını kirletme potansiyeline sahiptirler. Enfekteli meyvelerin ürettiği sporlar, sağlıklı meyvenin yüzeyini kirletir ve bu döngü paketlenen evinde ve depolarda tekrarlanmaktadır. Bulaşma risklerini azaltmak ve hijyenik meyve perakende satışlarını sağlamak için iyi sıhhi koşullar ve temizlik uygulamalarına uyulmalıdır (El-Otmani ve ark., 2011). Ayrıca paketlenen tesislerinde yıkama ve muamele işlemleri meyveler üzerinde biriken maya ve funguslar gibi asidik mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında faydalı olmaktadır (Pao ve Brown, 1998).

Çalışma sonucunda paketlenen tesislerinin havasında bulunan bakteri türleri (*Xanthomonas hortorum*, *Pantoea eucrina*, *Leclercia adecarboxylata*, *Pseudoscherichia vulneris*, *Bacillus megaterium*, *Lelliottia amnigena*, *Raoultella ornithinolytica*, *Klebsiella oxytoca*) ile funguslar (*Penicillium italicum*, *Penicillium digitatum*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus oryzae*, *Mucor circinelloide*) ürünler kadar insan sağlığı açısından büyük tehlike oluşturduğu bilinmektedir. Tespit edilen fungus ve bakterilerin, personel tarafından sürekli

solunması ileride ciddi solunum yolu hastalıklarına yol açabileceği beklenmektedir (Ström, Blomquist, 1986; Lugauskas ve ark., 2004). Bu nedenle paketleme evlerinde sürekli havalandırmanın yapılması oldukça önemlidir. Nitekim çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, paketleme evlerinin giriş ve çıkışlarına yerleştirilen petri kaplarındaki bakteri ve fungus yoğunluğu daha az, insan sirkülasyonunun çok olduğu ve havalandırmanın olmadığı ürün işleme bölümünde ise oldukça yoğun olduğu görülmüştür.

Söz konusu çalışmada bakteri ve fungal türlerin MALDI-TOF MS cihazıyla oldukça güvenilir ve hızlı bir şekilde tanılarının yapılması ile bu alanda çalışan araştırmacılara önemli bir veri sağlayacağı gibi, paketleme tesislerinde çalışanların sağlığının olumsuz etkilenebileceği konusunda dikkat çekebilecek bir çalışma olmuştur. Ayrıca, diğer bölgelerde yürütülecek projelere bölgesel destek verilerek, ulusal çapta araştırma ve geliştirme faaliyetlerine öncelik verilmesi sağlanmıştır. Bilimsel araştırma ve gelişme noktasında çok disiplinli bir yaklaşımla bitki patolojisi, gıda mikrobiyolojisi, biyoinformatik, klinik ve çevre bilimleri konularında uzman araştırmacıların bir araya gelmesi önem arz etmektedir. Öte yandan çalışmanın farklı sektörlerde karşılık bulması ile üniversite-sanayi ve kamu işbirliğine dönük önemli bir yaygın etki oluşturması da beklenmektedir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Hatay ilinin Antakya, Dörtöyl ve Erzincan ilçelerinde bulunan turuncgil meyve paketleme tesislerinde meyve ve hava kökenli mikrobiyotaya içerisinde yer alan fungal ve bakteriyel mikrobiyotaya türlerini ve yoğunluklarını belirlemektir.

Yöntem ve Bulgular: Hatay ilinde bulunan turuncgil meyve paketleme tesislerinde 2020-2021 aylarında incelemeler yapılmıştır. Hava kökenli mikrobiyotanın belirlenmesi için besi yerleri paketleme tesislerinin 3 farklı bölümüne (ürün kabul, ürün işleme ve ürün çıkışı) yerleştirilmiştir. Tesislerdeki meyve kökenli mikrobiyotanın belirlenmesi için, güdümlü olarak seçilen meyvelerden (bozulma, yumuşama, çürüme vb. gözlenen) ayrıca fungal ve bakteriyel izolatlar elde edilmiştir. Elde edilen fungal ve bakteriyel izolatların morfolojik, biyokimyasal ve MALDI-TOF proteomik yöntemler ile tanımlanmışlardır. Yapılan izolasyonlar ve tanımlamalar sonucunda *Penicillium italicum*, *Penicillium digitatum*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus oryzae*, *Mucor circinelloides*, *Xanthomonas hortorum*, *Pantoea eucrina*, *Leclercia adecarboxylata*, *Pseudoescherichia vulneris*, *Bacillus megaterium*, *Lelliottia amnigena*, *Raoultella*

ornithinolytica, *Klebsiella oxytoca*, *Bacillus subtilis*, *Erwinia herbicola* hava kökenli fungal ve bakteriyel türler olarak belirlenmiştir. *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, *Fusarium solani*, *Geotrichum citri-auranti*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium herbarum*, *Phytophthora sp.*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Geotrichum candidum*, *Erwinia herbicola*, *Xanthomonas hortorum* ise enfekteli meyve kökenli fungal ve bakteriyel türler olarak belirlenmiştir.

Genel Yorum: Hava kökenli mikrobiyotanın paketleme tesislerinin ürün işleme bölümünde oldukça yoğun olduğu, ürün kabul (giriş) ve sevk (çıkış) alanlarında ise uygun hava sirkülasyonundan dolayı yoğunluğunun az olduğu gözlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Paketleme tesislerindeki hava kökenli fungal ve bakteriyel mikrobiyotanın hava hareketleri ile kolayca taşınabilmesi ve havada belli süre askıda kalması nedeniyle meyvelerde bozulma ve çürüme gibi belirtilerin çıkmasına neden olmaktadır. Tanılaması yapılan hava kökenli bazı bakteri türlerinin alerjen veya insan patojeni olmaları nedeniyle paketleme evlerine alınması gereken sanitasyon önlemleri hususunda gerekli bilgilendirmeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Turuncgil, paketleme tesisi, hasat sonu hastalıklar, MALDI-TOF, hava/meyve kökenli mikrobiyotaya.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje Numarası: MKU BAP-20.M.034).

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akhtar N, Anjum T, Jabeen R (2013) Isolation and identification of storage fungi from citrus sampled from major growing areas of Punjab, Pakistan. *Int. J. Agric. Biol.* 15: 1283-1288.
- AKIB (2018) Akdeniz Yaş Meyve Sebze İhracatçıları Birliği, 2018 Çalışma Raporu. <https://www.akib.org.tr/download/files/images/2019/1.%20Genel/2018%20yms%20%C3%A7al%20Raporu>

- %C5%9Fma%20raporu.pdf (Erişim tarihi: 28.01.2022).
- Akkoyun Bilgi A, Kiraz N (2019) klinik örneklerden izole edilen *aspergillus* türlerinin tanımlanmasında geleneksel yöntemler, MALDI-TOF MS ve dizi analizi yöntemlerinin karşılaştırılması. Dicle Tıp Derg. 46(3): 543-551.
- Aktan Z, Soyulu S (2020) Diyarbakır ilinde yetişen badem ağaçlarından endofit ve epifit bakteri türlerinin izolasyonu ve bitki gelişimini teşvik eden mekanizmalarının karakterizasyonu. KSÜ Tarım ve Doğa Derg. 23(3): 641-654.
- Anonim (2021) TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 28.01.2022).
- Anonymous (2020) FAOSTAT, Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> (Erişim tarihi: 28.01.2022).
- Bazioli JM, Belinato JR, Costa JH, Akiyama DY, de Moraes Pontes JG, Kupper KC, Augusto F, de Carvalho JE, Fill TP (2019) Biological control of citrus postharvest phytopathogens. Toxins (Basel) 11(8): 460.
- Benli M (2003) Hasat sonrası fungal hastalıklarla kimyasal ve biyolojik mücadele. Orta On-Line Mikrobiyoloji Derg. 1: 1-25.
- Carolis ED, Posteraro B, Lass-Flo C, Vella A, Florio AR, Torelli R, Girmenia C, Colozza C, Tortorano AM, Sanguinetti M, Fadda G (2012) Species identification of *Aspergillus*, *Fusarium* and *Mucorales* with direct surface analysis by Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization Time-Of-Flight Mass Spectrometry. Clin. Microbiol. Infect. 18: 475-484.
- Coates L, Johnson G (1989) Postharvest Diseases of Fruit and Vegetables. [https://www.appsnet.org/Publications/Brown_Ogle/33%20Postharvest%20diseases%20\(LMC&GIJ\).pdf](https://www.appsnet.org/Publications/Brown_Ogle/33%20Postharvest%20diseases%20(LMC&GIJ).pdf), pp 533-548.
- Deng B, Wang WH, Deng LL, Yao SX, Ming J, Zeng KF (2018) Comparative RNA-seq analysis of citrus fruit in response to infection with three major postharvest fungi. Postharvest Biol. Technol. 146: 134-146.
- Dugan FM (2006) The Identification of Fungi: An Illustrated Introduction With Keys, Glossary, And Guide to Literature. APS Press, St Paul, MN. 184 pp.
- El-Otmani M, Ait-Oubahoul A, Zacarías L (2011) Citrus spp.: orange, mandarin, tangerine, clementine, grapefruit, pomelo, lemon and lime. In: Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits, (Eds. EM Yahia), Woodhead Publishing Limited, pp 437-514.
- Fischer IH, Lourenço SA, Spósito MB, Amorim L (2009) Characterisation of the fungal population in citrus packing houses. Eur. J. Plant Pathol. 123: 449-460.
- Gomes AAM, Queiroz MV, Pereira OL (2015) Mycofumigation for the biological control of post-harvest diseases in fruits and vegetables: A review. Austin. J. Biotechnol. Bioeng. 2: 1051.
- Hocking AD (2014) Spoilage Problems: Problems Caused by Fungi. Encyclopedia of Food Microbiology, Second Edition (Eds. CA Batt, ML Tortorello), Academic Press, pp 471-481.
- Ismail M, Zhang J (2004) Post-harvest citrus diseases and their control. Outlooks Pest. Manag. 15: 29-35.
- Jayasekara A, Daranagama A, Kodituwakku TD, Abeywickrama K (2022) Morphological and molecular identification of fungi for their association with postharvest fruit rots in some selected citrus species. J. Agricultural Sci. 17: 79-93
- Kanashiro AM, Akiyama DY, Kupper KC, Fill TP (2020) *Penicillium italicum*: An Underexplored Postharvest Pathogen. Front. Microbiol. 11: 606852.
- Khamis Y, Hashim AF, Margarita R, Alghuthaymi MA, Abd-Elsalam KA (2017) Fungicidal efficacy of chemically-produced copper nanoparticles against *Penicillium digitatum* and *Fusarium solani* on citrus fruit. Philipp. Agric. Sci. 100: 69-78.
- Klein JD, Lurie S (1991) Postharvest heat treatment and fruit quality. Postharvest News Information 2: 15-19.
- Ladaniya MS (2008) Postharvest Diseases and Their Management. In: Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation (Ed. M Ladaniya), Academic Press, London, pp 417-449.
- Li Y, Wang H, Zhao YP, Xu YC, Hsueh, PR, (2017) Evaluation of the Bruker Biotyper Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry System for Identification of *Aspergillus* Species Directly from Growth on Solid Agar Media. Front Microbiol. 8: 1209.
- Lugauskas A, Krikstaponis A, Sveistyte L (2004) Airborne fungi in industrial environments--potential agents of respiratory diseases. Ann. Agric. Environ. Med. 11(1): 19-25.
- Maldonado MC, Corona J, Gordillo MA, Navarro AR (2009) Isolation and partial characterization of antifungal metabolites produced by *Bacillus* sp. IBA 33. Curr. Microbiol. 59: 646-650.
- McKay AH, Förster H, Adaskaveg JE (2012) Efficacy and application strategies for propiconazole as a new postharvest fungicide for managing sour rot and green mold of citrus fruit. Plant Dis. 96: 235-242.

- Palou L (2014) *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* (Green Mold, Blue Mold). In: Postharvest Decay, (Ed. S Bautista-Banos), Academic Press, London. pp 45-102.
- Palou L, Smilanick JL, Droby S (2008) Alternatives to conventional fungicides for the control of citrus postharvest green and blue moulds. Stewart Postharvest Rev. 2: 2-15.
- Palumbo JD, Baker JL, Mahoney NE (2006) Isolation of bacterial antagonists of *Aspergillus flavus* almonds. Microbial. Ecol. 52: 45-52.
- Pao S, Brown GE (1998) Reduction of microorganisms on citrus fruit surfaces during packinghouse processing. J. Food Protect. 61: 903-906.
- Prusky D (2011) Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future prospects. Food Secur. 3: 463-474.
- Saito S, Xiao CL (2017) Prevalence of postharvest diseases of mandarin fruit in California. Plant Health Prog. 18: 204-210.
- Samson RA, Pitt JL (2000) Integration of Modern Taxonomic Methods for *Penicillium* and *Aspergillus* Classification. CRC Press, Amsterdam, The Netherlands. 554 pp.
- Schipper MAA (1978) On certain species of *Mucor* with a key to all accepted species. Stud. Mycol. 17: 53-71.
- Simmons EG (2007) *Alternaria: An Identification Manual*. CBS Biodiversity Series Vol. 6. CBS Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, The Netherlands. 780 pp.
- Simsekli Y, Gücin F, Asan A (1999). Isolation and identification of indoor airborne fungal contaminants of food production facilities and warehouses in Bursa, Turkey. Aerobiologia 15: 225-231.
- Snowdon A (1990) A Colour Atlas of Post-Harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables, Vol. 1: General Introduction and Fruits, Wolfe Scientific, London, 302 pp.
- Soylu S, Kara M, Toketti O, Soylu EM, Uysal A, Kurt Ş (2021) Patates lastik çürüklük hastalık etmeni *Geotrichum candidum*'un izolasyonu, morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. KSU Tarım ve Doğa Derg. 24(2): 353-361.
- Ström G, Blomquist G (1986) Airborne Spores From Mouldy Citrus Fruit— A Potential Occupational Health Hazard. Ann. Occup. Hyg. 30: 455-460.
- Subaşı OS, Uysal O, Ünlü M (2014) Mersin ili turuncgil ihracatı yapan paketleme tesislerinin yaşadıkları sorunlar ve çözüm önerileri. Alatarım 13: 37-43.
- Uysal A, Kurt Ş, (2018) An Important Fungal Disease on Citrus Orchards in Erdemli: Anthracnose. International Erdemli Symposium, April 19-21, Mersin, Turkey. p. 670.
- Uysal A, Kurt Ş, Akgül DS (2016) Akdeniz Bölgesi Limon Bahçelerinde Antraknoz Hastalığına Neden olan *Colletotrichum gloeosporioides*'in Patojenik ve Moleküler Karakterizasyonu. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 5-8 Eylül, Konya, Türkiye. s. 597.
- Uysal A, Kurt Ş, Soylu S, Soylu EM, Kara M (2019) Yaprığı Yenen Sebzelerdeki Mikroorganizma Türlerinin MALDI-TOF MS (Matris Destekli Lazer Desorpsiyon/İyonizasyon Uçuş Süresi Kütle Spektrometresi Tekniği Kullanılarak Tanınması. YYÜ Tar. Bil. Derg. 29: 595-601.
- Wang W, Liu S, Deng L, Ming J, Yao S, Zeng K (2018) Control of citrus post-harvest green molds, blue molds, and sour rot by the Cecropin A-Melittin hybrid peptide BP21. Front. Microbiol. 9: 2455.
- Yiğiter B (2013) Natamisin turuncgillerde küflenmeye karşı kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, 96 sayfa.
- Yıldız AO (2014) Hatay İli Soğuk Hava Depolarının Mevcut Durumu ve Sorunları. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD, 93 sayfa.
- Yıldız F, Yıldız M, Kınay P, Delen N(2002) Altıntoplarda hasat sonrası *Penicillium* çürüklerinin biyolojik ve kimyasal kontrolü üzerinde incelemeler. II. Bahçe Ürünlerinde Pazarlama ve Muhafaza Sempozyumu, 24-27 Eylül 2002, Çanakkale, Bildirileri 278-284.
- Zaheer I, Iftikhar S, Khurshid T, Ahmad KS, Gul MM (2019) Isolation and ITS-rDNA based molecular characterization of plant pathogenic fungal species in postharvest citrus fruits. Sydowia 71: 267-278.



Irrigation effect on some quality characteristics of popcorn (*Zea mays everta* Sturt.)

Cin mısırının (*Zea mays everta* Sturt.) bazı kalite özelliklerine sulamanın etkisi

Cem Tufan AKÇALI¹ , Cenk Burak ŞAHİN¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.1080468](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1080468)

Geliş tarihi /Received:28.02.2022

Kabul tarihi/Accepted:24.05.2022

Keywords:

Popcorn (*Zea mays everta* Sturt.), irrigation amount, kernel size, crude protein ratio, crude oil ratio, crude ash ratio.

 Corresponding author: C. Tufan AKÇALI

 ctakcali@mku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: This study was conducted under Hatay, Turkey ecological conditions in the second crop season and aimed to determine the effect of irrigation numbers and amounts on some quality characteristics of popcorn (*Zea mays everta* Sturt.)

Methods and Results: Antcin 98 popcorn cultivar was cultivated in Hatay Mustafa Kemal University Research Area in the second crop season of 2015 under five irrigation managements as follows: (I1) 12 times (1757 mm), (I2) 8 times (1449 mm), (I3) 6 times (1148 mm), (I4) 5 times (989 mm) and (I5) 4 times (800 mm). After harvest, quality analysis were carried out with 4 repetitions for each irrigation treatment and kernel size, crude protein, crude oil and crude ash ratios were determined. It's revealed that all the parameters investigated significantly affected by irrigation managements. According to the results; the lowest grain size (89.00 grains 10 g⁻¹) and the highest crude protein ratio (10.59%) were obtained from the I5 treatment, while the highest crude ash (2.04%) and crude oil (5.74%) ratios were obtained from the I4 treatment. It was determined that as the number of irrigation decreased, the crude protein ratio increased, the crude ash and crude oil ratios increased to a certain level and then decreased. With the correlation analysis performed, significant and positive relationships were determined between kernel size and crude protein ($r = 0.686$) and between crude oil and crude ash ($r = 0.852$).

Conclusions: The results showed that excessive irrigations cannot increase kernel size, which directly affects the popping volume, which is one of the most important quality criteria of popcorn, However, the nutritional values can be changed by applying different irrigation managements. It can be concluded that under similar growing and climatic conditions, popcorn can be produced with 5 irrigations and a total of 989 mm of irrigation water.

Significance and Impact of the Study: The study revealed the effects of different irrigation numbers and amounts on some quality characteristics of popcorn grown under second crop season conditions.

Atif / Citation: Akçali CT, Şahin CB (2022) Irrigation effect on some quality characteristics of popcorn (*Zea mays everta* Sturt.). *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 352-357. DOI: 10.37908/mkutbd.1080468

INTRODUCTION

Maize is the world's most important grain product after wheat and rice. In addition to irrigated areas, it can be grown in regions with sufficient rainfall. Botanically known as *Zea mays* L. and belongs to the Poaceae family (Imran et al., 2015). Maize is a C4 plant that uses solar energy and water efficiently and produces high grain yield and high dry matter from a unit area. Due to the widespread use and evaluation areas, it has a wide cultivation area all over the world (Akçalı and Şahin, 2016). Corn variation is defined as dent, flint, flour, sweet, pop and pod corn, according to its kernel type. These divisions are based on the quality, quantity and pattern of endosperm composition in the kernel (Brown and Darah, 1985).

Popcorn (*Zea mays everta* Sturt.) is a snack food which is consumed widely all over the world. Its kernel contains almost entirely hard starch. Besides that, there is a very hard pericarp and outer layer on the endosperm. In this way, the popping of kernel are provided by sufficient internal pressure and temperature. It is separated from other corn varieties by these characteristics (Karababa, 2006) and it can be easily distinguished by plant and seed characteristics among other maize varieties (Zulkadir and İdikut, 2021). Popcorn is a nutritionally preferred food due to the vitamins and minerals it contains. One-fourth of the corn produced in the world is used in human nutrition and rest of them are used as animal feed. In developing countries, 46% of the corn production is used for animal nutrition, 54% for human nutrition and as an industrial raw material.

In 2020, corn cultivation was carried out on an area of 202 million hectares and it became the plant with the highest production amount in the world with more than 1.1 billion tons of production (FAOSTAT, 2022). Maize production and yield in Turkey increased 183% and 126% respectively, in last two decades with the development of the irrigation systems, the widespread use of hybrid seeds and improvement of the agricultural techniques. Besides, during this years maize production area increased 25% from 552k ha to 690k ha, and Turkey produced 6.5 m tonnes maize with 941 kg da⁻¹ yield average (Akçalı and Gözübenli, 2020; FAOSTAT, 2022). In Turkey, popcorn cultivation is carried out on an area of approximately 8-10 thousand hectares. Although popcorn was grown intensively in the Aegean and Mediterranean regions in the previous years, it has been determined that almost half of the production is carried out in Kahramanmaraş, then in Adana, Mersin, Aydın, Denizli, Kayseri, Konya, Karaman and Kırşehir provinces (Öztürk et al., 2019).

Cereal grains consist mainly of carbohydrates, which are in the form of starch, with a significant amount of protein, some lipids, vitamins and minerals. Genetic and environmental factors significantly affect these components' amounts and quality (Ülger, 1998; Öztürk et al., 2020; Öktem, 2021). Park et al. (2000) reported that kernel physical characteristics, like kernel size, showed some statistical relationship with chemical composition of the six popcorn hybrids used in the study. Tekkanat and Soylu (2005) conducted a field experiment with 12 popcorn varieties and reported that selection of cultivar affected significantly crude protein content, and its varied between 9.42-11.34%. Paraginski et al. (2016) reported that crude protein, oil and ash contents were affected significantly from kernel colour, size and shape. Studies showed that popcorn grains contains 8.1-13.4% crude protein, 3.8-5.5% crude fat, 61.0-72.0% starch and 0.88-2.00 % ash (Park et al., 2000; Tekkanat and Soylu, 2005; Paraginski et al., 2016). Because popcorn is not producing in large areas like other varieties of corn, researches and studies on popcorn have remained in limited numbers.

This study aims to reveal the effects of irrigation number and amounts on some quality characteristics of popcorn and the relationships between them.

MATERIALS and METHODS

Materials

Popcorn cultivar Antcin 98 was grown in Hatay Mustafa Kemal University Research Area (36°18'19.9"N 36°13'29.4"E, 84 m) in the second crop season of 2015. The experimental area has a clay loam soil, unsalted (0.04%), alkaline (7.94%), with low organic matter (0.66%) content.

Climatic conditions

During the field experiment, monthly average maximum temperature was 33.9 °C in August and monthly average minimum temperature was 17 °C in October. Average temperatures increased until August and then decreased. There was no significant precipitation during the growing period (Table 1).

Table 1. Monthly average temperature, monthly average minimum temperature, monthly average maximum temperature and total precipitation values during the field experiment

	June	July	August	September	October
Average Temperature (°C)	24.4	27.4	29.2	28.2	24.6
Maximum Temperature (°C)	27.1	28.9	33.9	32.1	31.3
Minimum Temperature (°C)	22.6	25.1	25.2	25.5	17.2
Total Precipitation (mm)	2.00	0.90	5.00	0.20	106

Hatay Provincial Directorate of Meteorology

Methods

Sowing was handled with 16.2 cm inter-row and 70 cm intra-row spacing on June 25. Compound fertilizer (15-15-15) was applied as equivalent of 8 kg da⁻¹ pure N, P₂O₅, K₂O. In V6-V7 stages, 10 kg da⁻¹ N was applied as urea form. For assessing the effects of irrigation on some quality characteristics, the plants were irrigated during the growing period as follows; (I1) 12 times (1757 mm), (I2) 8 times (1449 mm), (I3) 6 times (1148 mm), (I4) 5 times (989 mm) and (I5) 4 times (800 mm). Irrigations started when the available water level in the soil fell to 50%. One day before irrigations, soil samples were taken from the parcels with a soil auger and the amount of water required to reach the field capacity was calculated and the water required to reach the field capacity was given with the help of a meter. Seedling emergence were observed on July 2 and the harvest was made on October 21. After the cobs harvested separately from each parcel, they were stored in a refrigerator at +4 °C till the use for quality analysis. Quality analysis were carried out with 4 repetitions for each irrigation treatment. Kernel size was determined according to Ziegler et al. (1984), which is measured by the number of kernels in 10 grams

and defined as large (52-67), medium (68-75) and small (76-105). The nitrogen content was determined with Kjeldahl distillation unit (Behrotest S2, Germany) according to the Kjeldahl method (AOAC, 1990), and 6.25 was used as a conversion factor for maize (Paraginski et al., 2016). Crude oil was determined with automatic soxhlet device (Buchi B-811, Switzerland) using n-Hexane as solvent. Crude ash ratio was determined with automatic muffle furnace (MiproLab, Turkey).

Statistical analysis

The data obtained were analysed according to completely randomized design utilizing R v4 statistics software and grouped by Duncan multiple range test ($p < 0.05$).

RESULTS and DISCUSSION

Variance analysis results were given in Table 2 and it was determined that kernel size, crude protein, crude oil and crude ash ratios are significantly affected ($p < 0.001$) by irrigation number and amounts.

Table 2. ANOVA table for studied parameters

	Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Squares	Mean Squares	F Value	C.V. (%)
Kernel Size	Irrigation	4	296.30	74.07	60.88 ***	1.35
	Error	15	18.25	1.22		
Crude Protein	Irrigation	4	4.47	1.18	10.65 ***	3.30
	Error	15	1.57	0.10		
Crude Oil	Irrigation	4	8.48	2.12	290.42 ***	1.86
	Error	15	0.11	0.01		
Crude Ash	Irrigation	4	1.76	0.44	63.01 ***	5.68
	Error	15	0.10	0.01		

C.V.: Coefficient of Variation, *** $p < 0.001$

Mean values of the studied parameters were presented in Table 3. Kernel size ranged from 79.00±0.41 to 89.00±0.58 number 10⁻¹ g. The smallest kernels were obtained from I5 which was in another group. Increasing irrigation did not increase kernel size linearly. However, in I5, which applied about 200 mm less water than the

previous irrigation treatment, it was determined that kernel size decreased significantly. Kernel size is an important parameter for popcorn. Previous studies (Pajic and Babic, 1991; Song and Eckhoff, 1994; Singh et al., 1997; Ceylan and Karababa, 2001) shows that kernel size significantly affect flake size, which is an indicator of

popping quality. Jele et al. (2014) reported that there is a negative relationship between flake size and grain size. Because of producing more tender flakes with few hulls when popped, home consumers usually prefer small yellow types of popcorn (Karababa, 2006; Öztürk et al., 2021). The crude protein ratio was found to be significant and ranged between $9.36\pm 0.28\%$ - $10.59\pm 0.09\%$. It was increased as the number and amount of irrigation increased. The highest protein ratio

was determined in I5 ($10.59\pm 0.09\%$), where the least irrigation was performed, and the lowest protein ratio was determined in I1 ($9.36\pm 0.28\%$), where the most irrigation was performed. Park et al. (2000) determined that crude protein ranged between 8.1-10.50%. Josipovic et al. (2014) and Leogrande et al. (2016) reported the crude protein was not affected significantly by different irrigation levels. They indicated these average values of 10.05% and 9.0%, respectively.

Table 3. Mean values of the studied parameters

Irrigation Treatments	Kernel Size (number 10 g ⁻¹)	Crude Protein (%)	Crude Oil (%)	Crude Ash (%)
I1	79.25±0.63 b	9.36±0.28 b	4.18±0.03 d	1.18±0.03 c
I2	79.25±0.63 b	9.52±0.06 b	4.52±0.08 c	1.33±0.02 b
I3	80.25±0.48 b	9.46±0.06 b	4.70±0.04 b	1.41±0.06 b
I4	79.00±0.41 b	10.14±0.19 a	5.74±0.00 a	2.04±0.06 a
I5	89.00±0.58 a	10.59±0.09 a	3.80±0.01 e	1.39±0.01 b
Mean±SEM*	81.35±0.91	9.81±0.13	4.59±0.15	1.47±0.07

* SEM: Standard Error of Mean

However, Liu et al. (2013) investigated the effects of five irrigation levels (102, 178, 254, 356, 457 mm) on the crude protein of maize and concluded that there were significant ($p < 0.05$) effects on maize crude protein (9.24-11.30%) content. Protein content was reported to be decreased if the amount of water was above or below a certain level (Kresovic et al., 2018). These findings were similar to the present study.

The crude oil ratio was found to be significant and varied between $3.80\pm 0.01\%$ - $5.74\pm 0.00\%$. It increased up to I4 ($5.74\pm 0.00\%$), which is the highest ratio was determined, while it decreased in I5 ($3.80\pm 0.01\%$), which had the lowest amount of oil among applications. Park et al. stated that popcorn hybrids contained approximately 3.8-4.6% crude oil. Contrary to this study, Liu et al. (2013), Josipovic et al. (2014) and Leogrande et al. (2016) indicated irrigation levels had no significant effect on crude oil ratio of maize. They reported the average crude oil ratios were 3.36%, 3.77% and 4.59%, respectively. Kresovic et al. (2018) indicated that full irrigation increased crude oil content and the lower irrigation levels resulted in a reduction.

As the number and amount of irrigation decreased, the crude ash ratio increased up to I4 ($2.04\pm 0.06\%$) and decreased in I5 ($1.39\pm 0.01\%$), where the least water was applied. Kara et al. (2016) and Kresovic et al. (2018)

reported that irrigation has a significant effect on corn mineral composition.

According to the correlation matrix provided in Table 4, the highest significant positive correlation ($r = 0.852$) was observed between crude oil and ash, followed by correlation between crude protein and kernel size ($r = 0.670$). Unlike these results, it was found that crude oil and kernel size had a significant and negative correlation ($r = -0.584$). Saleem et al. (2008) stated that there was a significantly negative correlation between protein and oil ratio ($r = -0.597$). However, protein ratio was significantly positive correlated with ash ($r = 0.240$) ratio. Also, ash ratio and oil ratio were significantly positively correlated. Kahrıman et al. (2017) determined that there was a negative correlation between oil ratio and protein ratio. Sweley et al. (2012) reported that there was a positive correlation between thousand grain weight and oil content ($r = 0.467$). However, protein and thousand grain weight showed a negative correlation ($r = -0.160$). Park et al. (2000) stated that individual kernel volume, showed some statistical relationship with chemical composition of the popcorn hybrids. Kernel size negatively correlated with oil ($r = 0.67$) and protein ($r = 0.49$). There was no correlation between oil and protein ($r = 0.06$).

Table 4. The correlation coefficients for the parameters

	Kernel Size	Crude Protein	Crude Oil	Crude Ash
Kernel Size	1			
Crude Protein	0.670**	1		
Crude Oil	-0.584**	-0.032	1	
Crude Ash	-0.155	0.413	0.852**	1

** $p < 0.05$

In conclusion, considering all the data evaluated, it can be said that kernel size, which affects popping quality of popcorn, cannot be increased by excessive irrigation, but insufficient irrigation can cause significant reduction in kernel size. The nutritional quality properties such as crude protein, crude oil and crude ash ratios are also affected significantly by irrigation. It can be concluded that the nutritional values can be changed by applying different irrigation managements and 5 irrigations (989 mm) can be suggested for popcorn production under similar growing and climatic conditions.

ÖZET

Amaç: Bu araştırma, farklı sulama sayısı ve miktarlarının cin mısırının bazı kalite özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla Hatay ekolojik koşullarında ikinci ürün mevsiminde yürütülmüştür.

Yöntem ve Bulgular: Antcin 98 cin mısırı çeşidi Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Araştırma Arazisi'nde 2015 yılı ikinci ürün mevsiminde (I1) 12 kez (1757 mm), (I2) 8 kez (1449 mm), (I3) 6 kez (1148 mm), (I4) 5 kez (989 mm) and (I5) 4 kez (800 mm) sulanarak yetiştirilmiştir. Hasattan sonra kalite analizleri her bir sulama konusu için 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüş ve tane iriliği, ham protein, ham yağ ve ham kül oranları belirlenmiştir. İncelenen tüm özelliklerin sulama yönetimlerinden önemli derecede etkilendiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; en düşük tane iriliği ($89.00 \text{ tane } 10 \text{ g}^{-1}$) ve en yüksek ham protein oranı (%10.59) I5 konusundan elde edilirken, en yüksek ham kül (%2.04) ve ham yağ (%5.74) oranları I4 konusundan elde edilmiştir. Sulama sayısı azaldıkça ham protein oranının arttığı, ham kül ve ham yağ oranlarının ise belirli bir düzeye kadar artarak sonrasında azaldığı belirlenmiştir. Yapılan korelasyon analizi sonucuna göre ise tane iriliği ile ham protein oranı ($r = 0.686$) arasında ve ham yağ ile ham kül oranı ($r = 0.852$) arasında önemli ve pozitif ilişkiler tespit edilmiştir.

Genel Yorum: Sonuçlar, aşırı sulama ile cin mısırının patlamış mısırın en önemli kalite kriterlerinden biri olan ve patlama hacmini doğrudan etkileyen tane iriliği özelliğinin artırılmayacağını göstermiştir. Bunun yanında, tane besin değerleri farklı sulama uygulamaları

ile değiştirilebilmektedir. Elde edilen veriler, benzer yetiştirme ve iklim koşullarına sahip bölgelerde patlamış mısırın 5 sulama ve yaklaşık 989 mm sulama suyu ile üretilebileceğini göstermiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Çalışma, ikinci ürün mevsimi koşullarında farklı sulama sayısı ve miktarları ile yetiştirilen cin mısırının bazı kalite özelliklerinin nasıl etkilendiğini ortaya çıkarmıştır.

Anahtar Kelimeler: Cin mısırı (*Zea mays everta* Sturt.), sulama miktarı, tane iriliği, ham protein oranı, ham yağ oranı, ham kül oranı.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article. Summary of this study was presented as a poster presentation at 12th Turkey Field Crops Congress.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- AOAC (1990) Official Method of Analysis, 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, pp 70.
- Akçalı CT, Şahin CB (2016) Effects of vegetable oil types in different amounts on popping quality of popcorn (*Zea mays everta* Sturt.). JAFAG 33(3): 97-104.
- Akçalı CT, Gözübenli H (2020) Effects of different irrigation intervals on yield parameters and popping quality of popcorn (*Zea mays everta* Sturt.) cultivated in amik plain as second crop. KSU. J. Agric. Nat. 23(5): 1184-1191.
- Brown WL, Darrah LL (1985) Origin, adaptation, and types of corn. Retrieved January 10, 2021, from <https://store.extension.iastate.edu>
- Ceylan M, Karababa E (2001) Comparison of sensory properties of popcorn from various types and sizes of the kernel. J. Sci. Food. Agric. 82: 127-133.

- FAOSTAT (2022) Food and Agriculture Organization of the United Nations Crops Database. Retrieved February 24, 2022, from <https://www.fao.org/faostat>
- Imran S, Arif M, Khan A, Khan MA, Shah W, Latif A (2015) Effect of nitrogen levels and plant population on yield and yield components of maize. *Adv. Crop. Sci. Tech.* 3(2): 1-7.
- Jele P, Derera J, Siwela M (2014) Assessment of popping ability of new tropical popcorn hybrids. *AJCS* 8(6): 831-839.
- Josipovic M, Plavsic H, Kovacevic V, Markovic M, Iljkić D (2014) Impacts of irrigation and genotype on yield, protein, starch and oil contents in grain of maize inbred lines. *Genetika* 46(1): 243-253.
- Kahrıman F, Akgül M, Ölmez İ, Egesel CÖ (2017) Variability in some quality and plant traits in a high oil maize population under selection. *JAFAG* 34(3): 228-236.
- Kara B, Ertek A, Atar B (2016) Mineral nutrient content of sweet corn under deficit irrigation. *J. Agr. Sci.* 22: 54-61.
- Karababa E (2006) Physical properties of popcorn kernels. *Journal of Food Engineering* 72: 100-107.
- Kresovic B, Gajić B, Tapanarova A, Dugalić G (2018) How irrigation water affects the yield and nutritional quality of maize (*Zea mays* L.) in a temperate climate. *Pol. J. Environ. Stud.* 27(3): 1123-1131.
- Leogrande R, Vitti C, Lopodota O, Ventrella D, Montemurro F (2016) Effects of irrigation volume and saline water on maize yield and soil in southern Italy. *Irrig. and Drain.* 65(3): 243-253.
- Liu L, Klocke N, Yan S, Rogers D, Schlegel A, Lamm F, Chang SI, Wang D (2013) Impact of deficit irrigation on maize physical and chemical properties and ethanol yield. *Cereal Chem.* 90(5): 453-462.
- Öktem A, Kahramanoğlu Y (2021) Determination of grain yield and some quality parameters of popcorn (*Zea mays* L. *everta*) genotypes *Eurasian Journal of Agricultural Research* 5: 26-36.
- Öztürk A, Özata E, Erdal Ş, Pamukçu M (2019) Utilization and future of special corn types in Turkey. *IJEMAR* 2(1): 75-90.
- Öztürk A, Erdal S, Özata E, Coşkuner Y (2020) Performances of popcorn hybrids in three geographical regions of Turkey based on yield and quality traits. *Int. J. Life Sci. Biotechnol.* 3(1): 27-40.
- Pajic Z, Babic M (1991) Interrelation of popping volume and some agronomic characteristics in popcorn hybrids. *Genetica* 23(2): 137-144.
- Paraginski RT, de Souza NL, Alves GH, Ziegler V, de Oliviera M, Elias MC (2016) Sensory and nutritional evaluation of popcorn kernels with yellow, white and red pericarps expanded in different ways. *Journal of Cereal Science* 69: 383-391.
- Park D, Allen KGD, Stermitz FR, Maga JA (2000) Chemical composition and physical characteristics of unpopped popcorn hybrids. *Journal of Food Composition and Analysis* 13: 921-934.
- Saleem M, Ahsan M, Aslam M, Majeed A (2008) Comparative evaluation and correlation estimates for grain yield and quality attributes in maize. *Pak. J. Bot.* 40(6): 2361-2367.
- Singh V, Barreiro NL, McKinstry J, Buriak P, Eckhoff SR (1997) Effect of kernel size, location, and type of damage on popping characteristics of popcorn. *Cereal Chem.* 74(5): 672-675.
- Song A, Eckhoff SR (1994) Optimum popping moisture content of popcorn kernels of different sizes. *Cereal Chem.* 71: 458-460.
- Sweley JC, Rose DJ, Jackson DS (2012) Hybrid and environment effects on popcorn kernel physiochemical properties and their relationship to microwave popping performance. *Journal of Cereal Science* 55: 188-194.
- Ülger AC (1998) Farklı azot dozu ve sıra üzeri mesafelerinin patlak mısırdaki (*Zea mays everta* Sturt.) tane verimi ve bazı tarımsal özelliklere etkisi. *Ç.Ü. ZF. Dergisi* 13(1): 155-164.
- Tekkanat A, Soyulu S (2005) Determination of important quality characters and grain yield in popcorn cultivars. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 19(37): 41-50.
- Ziegler KE, Ashman RB, White GM, Wysong DB (1984) Popcorn production and marketing. Retrieved November 10, 2020, from <http://corn.agronomy.wisc.edu>
- Zulkadir G, Idikut L (2021) Genetic diversity and phylogenetic relationships of Turkish local popcorn (*Zea mays everta*) populations by simple sequence repeats (SSRS) markers. *J. Agr. Sci.* 27(2): 170-178.



Evaluation of population density of diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on different canola varieties in Hatay province

Hatay ilinde farklı kanola çeşitleri üzerinde lahanaya yaprak güvesi, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)'nin popülasyon yoğunluğunun değerlendirilmesi

Nihat DEMİREL¹

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1101197](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1101197)

Geliş tarihi/Received:10.04.2022

Kabul tarihi/Accepted:31.05.2022

Keywords:

Diamondback moth, *Plutella xylostella*, canola, Hatay province.

✉ Corresponding author: Nihat DEMİREL

✉: ndemirel@mku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: Evaluation of population density of the diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), on different canola varieties in Hatay province.

Methods and Results: The study was conducted in 2007-2009 to evaluate population density of diamondback moth on different canola varieties in Hatay province. The study was carried out in six different canola 'Hydromel', 'Elvis', 'Sarı', 'Lycosmos', 'Hunter' and 'Sory' varieties. Samplings were done by using a 45-cm diameter sweep-net, taking 25 (back-forth) sweep samples per site. The DBM larvae were sorted out from plant materials, counted and recorded for each of the sampling locality and canola variety in order to evaluate population density of *P. xylostella*. After three years of the study, the population density of pest varied in each of the sampling year and variety of canola. In 2007, a total of 348 DBM larvae were caught by sweep-net on five different canola varieties and canola fields. The largest mean of DBM larvae catches by sweep-net were recorded on 15 May on variety of 'Lycosmos'. In 2008, A total of 1009 DBM larvae were caught by sweep-net on four different canola varieties and eleven canola fields. The largest mean of catches by sweep-net were recorded on 10 April on variety of 'Elvis' (Atçana III), followed by variety of 'Hunter' (Demirköprü I), 'Sarı' (Demirköprü I), 'Lycosmos' (Demirköprü II). In 2009, a total of 75 DBM larvae were caught by sweep-net on canola variety. The largest number of DBM larvae catches by sweep-net were recorded on 22 April, followed by 20 May.

Conclusions: The highest number of the DBM larvae were caught by sweep-net in May, following in April in three years. In addition, the highest number of the DBM larvae were caught by sweep-net on variety of 'Lycosmos', following by 'Elvis', and 'Sarı' cultivars.

Significance and Impact of the Study: The diamondback moth is important pest of brassica vegetable and oilseed crops in Turkey. The highest number of the DBM larvae were caught by sweep-net in May, following in April during the sampling periods. In addition, the highest number of the DBM larvae were caught by sweep-net on variety of 'Lycosmos', following by 'Elvis', and 'Sarı' cultivars.

Atif / Citation: Demirel N (2022) Evaluation of population density of diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on different canola varieties in Hatay province. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 358-364. DOI: [10.37908/mkutbd.1101197](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1101197)

INTRODUCTION

Canola (oilseed rape), (*Brassica napus* L.), is an important oil crop grown for use in animal feed consumption, vegetable oil and biodiesel production worldwide (Raymer, 2002; Karaosmanoğlu, 2004). Canola is the second largest oilseed crop providing 13% of the world's supply. Seeds of these species commonly contain 40% or more oil and produce meals containing 35-40% protein (Raymer, 2002). Many insect species causing damage to canola have been reported by researchers (Lamb, 1989; Talekar and Shelton, 1993; Brown et al., 1999; Gavloski et al., 2000; Atakan et al., 2005; Gu et al., 2007; Demirel, 2009). The diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), is a worldwide pest of brassica vegetable and oilseed crops (Scarbrick and Daniels, 1986; Shahidi, 1990; Talekar and Shelton, 1993; Capinera, 2002; Raymer, 2002; Mosiane et al., 2003; Wilkerson et al., 2005; Furlong et al., 2008; Zalucki et al., 2012; Furlong et al., 2013; Saran and Genç, 2021). Adults are 12-13 mm long with fringed wings and brown (Talekar and Shelton, 1993; Capinera, 2002; Atay et al., 2019). The larvae feed on the leaves of canola during the vegetative crop stage on growing tips during the bolting stage and on the flower and pods during the reproductive growth stages causing poor pod filling and reduced yield (Talekar and Shelton, 1993; Mosiane et al., 2003). The larvae caused crop losses of more than 90% (Zalucki et al., 2012) and 100% crop losses on cabbages (Mkize, 2003). The DBM is difficult to control with

insecticides because it develops rapidly through an ongoing series of overlapping generations and has great ability to evolve resistance to insecticides (Talekar and Shelton, 1993). The pheromone traps, sweep net sampling and individual plant examinations can be used to monitor the DBM on the different host plants (Talekar and Shelton, 1993). Sweep net sampling can determine the presence and general abundance of the species on host plants (Talekar and Shelton, 1993). The sweep net is very widely used for collecting different insect species on different types of vegetation (Southwood, 1978). Sweep net sampling has strong advantages of ease of use, the ability to sample different vegetation and the relatively low cost and also can be particularly useful when comparing relative numbers of insects over time (Southwood, 1978). The purpose of this study was to evaluate population density of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on different canola varieties in Hatay province.

MATERIALS and METHODS

Surveys were conducted in 2007-2009 in canola fields in Hatay province of Turkey. In 2007, samples were collected from five different canola fields with 'Hydromel', 'Elvis', 'Sarı', 'Lycosmos' and 'Sory' cultivars (Table 1). In 2008, field work was carried out on eleven canola fields with 'Elvis', 'Sarı', 'Hunter' and 'Lycosmos' cultivars. In addition, in 2009, study was carried out in one canola field with 'Elvis' cultivar.

Table 1. Sampling of *P. xylostella* on different localities, canola varieties, planted area (da) and sampling year in Hatay province

Localities	Varieties	Planted area (da)	Sampling year
Atçana I	Hydromel	9	2007
Atçana II	Elvis	40	2007
Atçana III	Sarı	30	2007
Kayıboyu	Lycosmos	80	2007
Kumlu	Sory	30	2007
Atçana I	Elvis	40	2008
Atçana II	Elvis	30	2008
Atçana III	Elvis	30	2008
Demirköprü I	Sarı	9	2008
Demirköprü I	Hunter	9	2008
Demirköprü II	Sarı	15	2008
Demirköprü II	Lycosmos	16	2008
Demirköprü II	Hunter	8	2008
Demirköprü III	Sarı	45	2008
Demirköprü III	Hunter	5	2008
Demirköprü IV	Sarı	40	2008
Atçana	Elvis	50	2009

Samples were collected by sweep-net every fifteen days in 2007 and 2008 and were collected weekly in 2009. Samplings were done by using a 45-cm diameter sweep-net, taking 25 (back-forth) sweep samples per site. All samples were done by the same person, usually a straight line transect across the sample site. Samples were immediately placed into (0.5 L) plastic jars containing 96% ethyl alcohol and returned to the lab for evaluation. The diamondback moth larvae were sorted out from plant materials, counted and recorded for each of the sampling locality and canola variety. All data were

analyzed by analysis of variance (ANOVA) with using the SAS software (SAS Institute Inc., 1998).

RESULTS and DISCUSSION

Population density of *P. xylostella* varied in each of the sampling year and variety of canola. In the first year, the sweep-net sampling was conducted on five different canola varieties and a total of 348 DBM larvae were caught by sweep-net (Figure 1). The population density of this pest was varied during the sampling period.

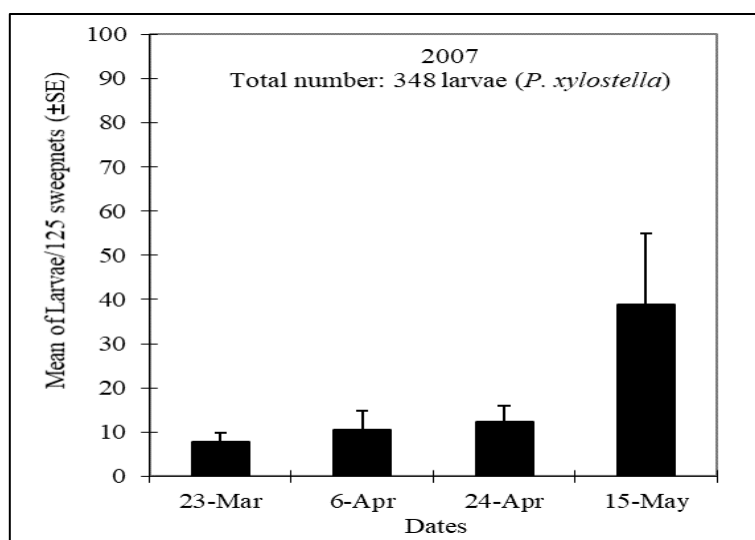


Figure 1. Mean (±SE) of DBM larvae caught by sweep-net on canola varieties in Hatay province

The largest mean of catches by sweep-net were recorded on 15 May (38.8), followed by 24 April (12.4), 6 April (10.6) and 23 March (7.8), respectively.

Population density of the DBM larvae was varied for each of the sampled canola variety (Figure 2). The

largest mean of the DBM larvae were caught by sweep-net on variety of 'Lycosmos' with 30.75, followed by variety of 'Sari' with (17.25), 'Hydromel' with (16.25), 'Elvis' with (13.50), 'Sory' with (9.25), respectively.

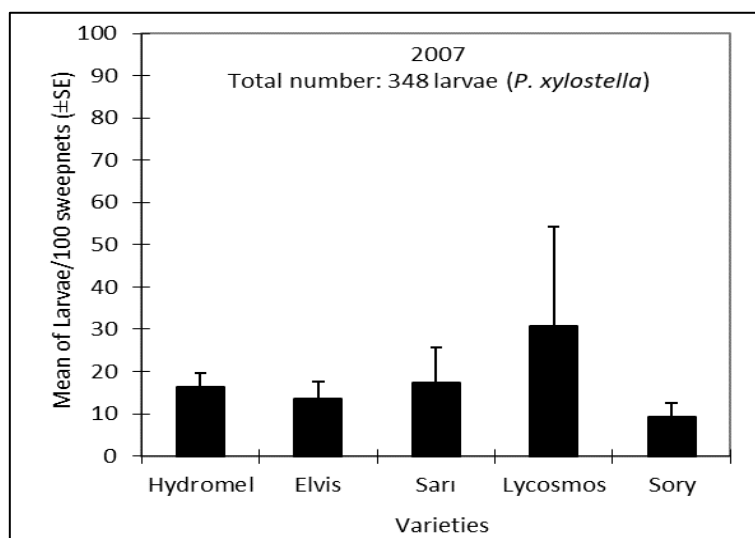


Figure 2. Mean (±SE) of DBM larvae caught by sweep-net on canola varieties in Hatay province

In the second year, the sweep-net sampling was conducted on four different canola varieties in eleven canola fields. A total of 1009 DBM larvae were caught by sweep-net (Figure 3). Population density of the pest was varied during the sampling period. The largest mean of

catches by sweep-net were recorded on 10 April (43.64), followed by 07 May (18.18), 27 March (16.09), 24 April (10.09), 14 May (2.27), 13 March (1.36) and 28 February (0.09), respectively.

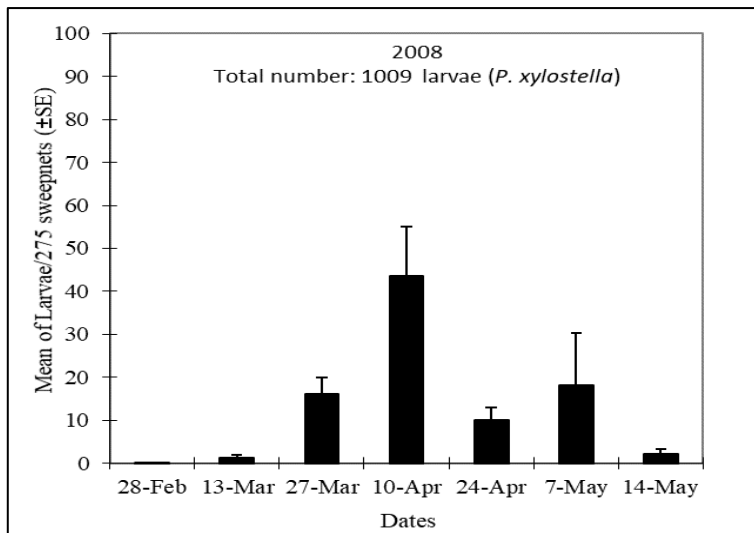


Figure 3. Mean (±SE) of DBM larvae caught by sweep-net on canola varieties in Hatay province

The population density of DBM larvae was varied for each of the sampled canola variety (Figure 4). The largest mean of DBM larvae were caught by sweep-net on variety of ‘Elvis’ (Atçana III) with 23.00, followed by variety of ‘Hunter’ (Demirköprü I) with 21.57, ‘Sarı’ (Demirköprü I) with 18.43, ‘Lycosmos’ (Demirköprü II)

with 16.86, ‘Elvis’ (Atçana II) with 16.43, ‘Sarı’ (Demirköprü II) with 13.14, ‘Elvis’ (Atçana I) with 12.86, ‘Hunter’ (Demirköprü II) with (10.86), ‘Hunter’ (Demirköprü III) with 5.43, ‘Sarı’ (Demirköprü IV) with 3.14, and ‘Sarı’ (Demirköprü III) with 2.43, respectively.

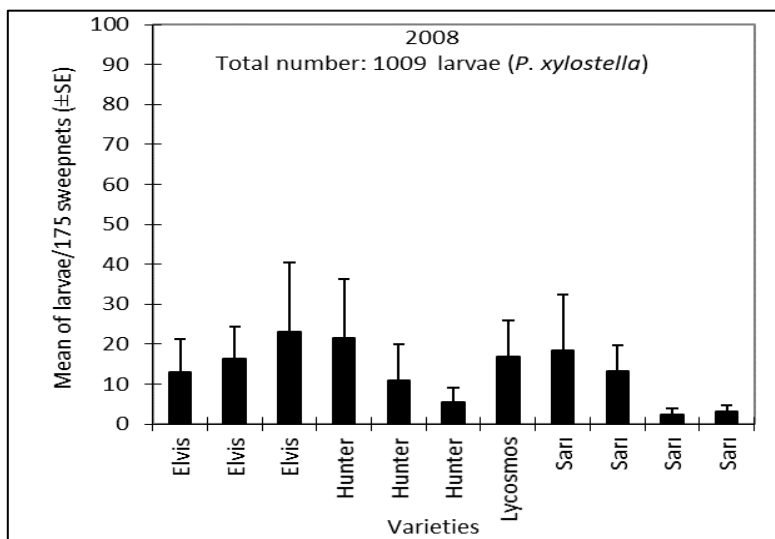


Figure 4. Mean (±SE) of DBM larvae caught by sweep-net on canola varieties in Hatay province

In the third year, the sweep-net sampling was conducted at one canola variety. A total of 75 DBM larvae were caught by sweep-net (Figure 5). The population density of this pest was varied during the sampling period. The

largest number of catches by sweep-net were recorded on 22 April (31), followed by 20 May (14), 29 April (10), 15 April (8), 1 April (6), 8 April (2) and 6 May (2), 13 May and 27 May (1), respectively.

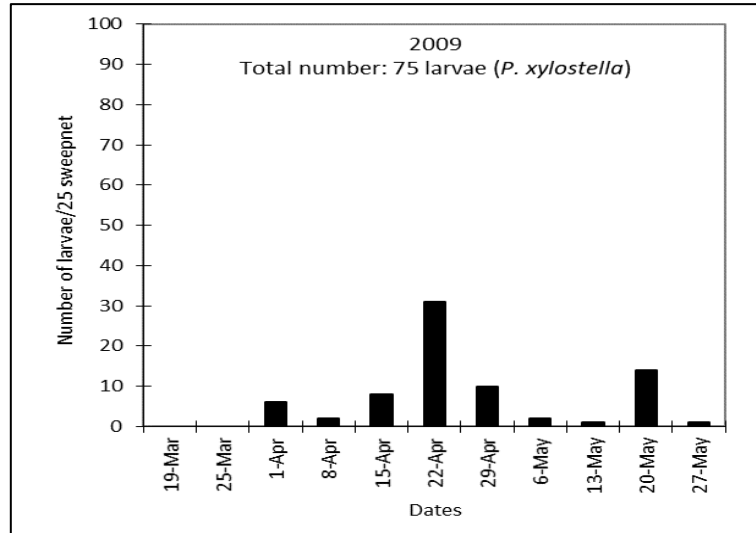


Figure 5. Mean (\pm SE) of DBM larvae caught by sweep-net on canola variety in Hatay province

The diamondback moth is a significant pest of brassica vegetables and oilseed crops (Calderson and Hare, 1986; Philip and Mengersen, 1989; Talekar and Shelton, 1993; Dossdall, 1994; Capinera, 2002; Mkize, 2003; Mosiane et al., 2003; Wilkerson et al., 2005; Furlong et al., 2008; Zalucki et al., 2012, Furlong et al., 2013). The seasonal population dynamics of *P. xylostella* on brassica vegetables was studied by Sachan and Srivastava (1972) and Jayarathnam (1977). The highest larval population density was recorded during February-March and August-September. In addition, Kuwahara et al. (1996) recorded consistently high larval populations during March-May. Moreover, Nagarkatti and Jayanth (1982) and Ahmad and Ansari (2010) reported the population density of larva was higher during July-September than other seasons.

In conclusions, the diamondback moth is an important pest of brassica vegetable and oilseed crops in Turkey. After three years of the study, the population density of the pest varied in each of the sampling year and variety of canola. In 2007, a total of 348 DBM larvae were caught by sweep-net on five different canola varieties and canola fields. The largest mean of DBM larvae catches by sweep-net were recorded on 15 May on variety of 'Lycosmos'. In 2008, A total of 1009 DBM larvae were caught by sweep-net on four different canola varieties and eleven canola fields. The largest mean of catches by sweep-net were recorded on 10 April on variety of 'Elvis' (Atçana III), followed by variety of 'Hunter' (Demirköprü I), 'Sarı' (Demirköprü I), 'Lycosmos' (Demirköprü II). In 2009, a total of 75 DBM larvae were caught by sweep-net on canola variety. The largest number of DBM larvae catches by sweep-net were recorded on 22 April, followed by 20 May. The highest number of the DBM larvae were caught by sweep-net in May, following in April in three years. In addition, the highest number of

the DBM larvae were caught by sweep-net on variety of 'Lycosmos', followed by 'Elvis', and 'Sarı' cultivars. The highest number of the DBM larvae were caught by sweep-net in May, following in April during the sampling period. In addition, the highest number of the DBM larvae were caught by sweep-net on variety of 'Lycosmos', following by 'Elvis', and 'Sarı' cultivars.

ÖZET

Amaç: Hatay ilinde farklı kanola çeşitleri üzerinde lahana yaprak güvesi, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae)'nin popülasyon yoğunluğunun değerlendirilmesi

Yöntem ve Bulgular: Çalışma 2007-2009 yıllarında Hatay ilinde farklı kanola çeşitleri üzerinde lahana yaprak güvesi popülasyon yoğunluğunun değerlendirilmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma altı farklı kanola 'Hydromel', 'Elvis', 'Sarı', 'Lycosmos', 'Hunter' ve 'Sory' çeşitlerinde yürütülmüştür. Örneklemeler her kanola tarlasından 45 cm çapında atrapla 25 (ileri-geri) şeklinde alınmıştır. Lahana yaprak güvesi larvalarının popülasyon yoğunluğunu değerlendirmek için örnekleme yeri ve kanola çeşidine göre bitki materyallerinden seçilmiş, sayılmış ve kaydedilmiştir. Çalışmadan üç yıl sonra, zararlının popülasyon yoğunluğu, örnekleme yılı ve kanola çeşidinin her birinde değişiklik göstermiştir. 2007 yılında beş farklı kanola çeşidi ve kanola tarlasından toplam 348 adet lahana yaprak güvesi larvası atrap ile yakalanmıştır. Atrap tarafından yakalanan lahana yaprak güvesinin larvalarının en büyük ortalaması 15 Mayıs'ta 'Lycosmos' çeşidinde kaydedildi. 2008 yılında dört farklı kanola çeşidinde ve on bir kanola tarlasında toplam 1009 adet lahana yaprak güvesi larvası atrap ile yakalanmıştır. Atrap ile en yüksek ortalama yakalama 10

Nisan'da 'Elvis' (Atçana III) çeşidinde kaydedilirken, bunu 'Hunter' (Demirköprü I), 'Sarı' (Demirköprü I), 'Lycosmos' (Demirköprü II) izlemiştir. 2009 yılında kanola çeşidinde toplam 75 adet lahana yaprak güvesi larvası atrap ile yakalanmıştır. Atrap ile en fazla sayısı lahana yaprak güvesi larvası 22 Nisan'da yakalanmış, bunu 20 Mayıs takip etmiştir.

Genel Yorum: üç yıl boyunca, atrap ile en yüksek sayıda DBM larvaları Mayıs ayında yakalanmış olup, bunu Nisan ayı takip etmiştir. Ayrıca atrap ile en fazla lahana yaprak güvesi larvası 'Lycosmos' çeşidinde yakalanmış, bunu 'Elvis' ve 'Sarı' çeşitleri izlemiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Lahana yaprak güvesi Türkiye'deki Brassicaceae familyasına ait sebze ve yağlı tohum bitkilerinde önemli bir zararlıdır. Örnekleme süresince atrap ile en yüksek sayıda lahana yaprak güvesi larvası Mayıs ayında yakalanmış olup bunu Nisan ayı takip etmiştir. Ayrıca atrap ile en fazla sayıda lahana yaprak güvesi larvası 'Lycosmos' çeşidinde yakalanmış, bunu 'Elvis' ve 'Sarı' çeşitleri izlemiştir.

Anahtar Kelimeler: Lahana yaprak güvesi, *Plutella xylostella*, kanola, Hatay.

CONFLICT OF INTEREST

The author declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

REFERENCES

- Ahmad T, Ansari MS (2010) Studies on seasonal abundance of diamondback moth *P. xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) on cauliflower crop. J. Plant Protec. Res. 50(3): 280-287.
- Atakan E, Akdağcık Z, Ölçülü M (2005) Adana'da kolzada zararlı ve faydalı böcek faunası ve bazı zararlı türlerin doğal parazitlenme oranlarının araştırılması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 20(1): 89-96.
- Atay E, Efil L, Tatlı M, Alaca B (2019) The first record for *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) in Çanakkale province of Turkey and external and genital morphology of the species. Eurasian J. Bio. Chem. Sci. 2(1): 7-10.
- Brown J, Mccaffrey JP, Harmon BL, Davis JB, Brown AP, Erickson DA (1999) Effect of late season insect infestation on yield, yield components and oil quality of *Brassica napus*, *Brassica rapa*, *Brassica juncea*, and *Sinapis alba* in the Pacific Northwest region of the United States. J. Agric. Sci. 132: 281-288.

- Calderson J, Hare CJ (1986) Control of diamondback moth in Southeast Asia by profenofos. In: Proceedings of the first international workshop. Talekar, N.S., and T.D. Griggs, (ed.) Diamondback moth management: AVRDC. Shanhu, Taiwan. pp. 289-295.
- Capinera JL (2002) Handbook of Vegetable Pests. Academic Press. San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo. Pp:729.
- Demirel N (2009) Determination of Heteroptera species on canola plants in Hatay province of Turkey. Afr. J. Agric. Res. 4(11): 1226-1233.
- Dosdall LM (1994) Evidence for successful overwintering of diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Alberta. Can. Entomol. 126: 183-185.
- Furlong MJ, Kim HJ, Pak WS, Jo KC, Ri CI, Zalucki MP (2008) Integration of endemic natural enemies and *Bacillus thuringiensis* to manage insect pests of Brassica crops in North Korea. Agric. Ecosyst. Environ. 125: 223-238.
- Furlong MJ, Wright DJ, Dosdall LM (2013) Diamondback Moth Ecology and Management: Problems, Progress, and Prospects. Annu. Rev. Entomol. 58: 517-541.
- Gavloski JE, Ekuere U, Keddie A, Dosdall L, Kott L, Good AG (2000) Identification and evaluation of flea beetle (*Phyllotreta cruciferae*) resistance within Brassicaceae. Can. J. Plant. Sci. 80: 881-887.
- Gu H, Fitt GP, Baker GH (2007) Invertebrate pests of canola and their management in Australia. A review. Austr. J. Entomol. 46: 231-243.
- Jayarathnam K (1977) Studies on the population dynamics of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) and crop loss due to the pest in cabbage. PhD thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore.
- Karaosmanoğlu F (2004) Biyodizel-Biyomotorin-Biodiesel, <http://www.biyomotorin-biodiesel.com/biodiesel.html>
- Kuwahara M, Keinmeesuke P, Shirai Y (1996) Seasonal trend in population density and adult body size of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae), in Central Thailand. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 30: 551-555.
- Lamb RJ (1989) Entomology of oilseed brassica crops. Ann. Rev. Entomol. 34: 211-229.
- Mkize N (2003) A contribution to cabbage pest management by subsistence and small-scale farmers in the Eastern Cape, South Africa. Msc. Thesis. Rhodes University, South Africa 108 pp.

- Mosiane SM, Rami K, Villet MH (2003) Seasonal phenology of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), (Lepidoptera: Plutellidae), and its parasitoids on canola, *Brassica napus* (L.), in Gauteng province, South Africa. *Afr. Entomol.* 11(2): 277-285.
- Nagarkatti S, Jayanth KP (1982) Population dynamics of major insect pests of cabbage and of their natural enemies in Bangalore district (India). In: Proceedings of International Conference on Plant Protection in the Tropics, Malaysian Plant Protection Society of Malaysia, 1-4 March 1982, pp. 325-347.
- Philip H, Mengersen E (1989) Insect Pests of the Prairies. University of Alberta Press, Edmonton, AB. 122 pp.
- Raymer PL (2002) Canola. an emerging oilseed crop. In: Trends in New Crops and New Uses (eds J. Janick and A. Whipkey), ASHA Press, Alexandria, USA. pp. 122-126.
- Sachan JN, Srivastava BP (1972) Studies on seasonal incidence of insect pests of cabbage. *Indian J. Entomol.* 34: 123-129.
- Saran C, Genç H (2021) Determination of biological properties of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)* 9(1): 21-30.
- SAS Institute (1998) User's Guide, version 6. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Scarisbrick DH, Daniels RW (1986) Oilseed Rape. Collins Professional and Technical Books. London 309p.
- Shahidi F (1990) Canola and Rapeseed. Production, Chemistry, Nutrition and Processing Technology. Department of Biochemistry. Memorial University of Newfoundland. Van Nostrand Reinhold. New York 355p.
- Southwood TRE (1978) Ecological Methods with Particular Reference to the Study of Insect Populations. Chapman and Hall, London. 524 pp.
- Talekar NS, Shelton AM (1993) Biology, ecology, and management of the diamondback moth. *Annu. Rev. Entomol.* 38: 275-301.
- Wilkerson JL, Webb SE, Capinera JL (2005) Vegetable Pests III: Lepidoptera. UF/IFAS CD-ROM. SW 182.
- Zalucki MP, Shabbir A, Silva R, Adamson D, Su-Sheng L, Furlong MJ (2012) Estimating the economic cost of one of the world's major insect pests *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): Just how long is a piece of string? *J. Econ. Entomol.* 105(4): 1115-1129.



Heterosis, heterobeltiosis and dominance effect on yield, total soluble solid and dry matter of red pepper [*Capsicum annuum* L. var. *conooides* (Mill.) Irish] hybrids

Kırmızı biber [*Capsicum annuum* L. var. *conooides* (Mill.) Irish] hibritlerinde verim, toplam çözünebilir madde ve kuru madde yönünden heterosis, heterobeltiosis ve dominans etkisinin belirlenmesi

Şenay MURAT DOĞRU¹, Hayati KAR¹, Mehtap ÖZBAKIR ÖZER¹, Nur KOBAL BEKAR¹

¹Black Sea Agricultural Reseach Institute, Samsun, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1077970](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1077970)

Geliş tarihi/Received:23.02.2022

Kabul tarihi/Accepted:31.05.2022

Keywords:

Pepper, heterosis, heterobeltiosis, dominance effect, yield.

✉ Corresponding author: Ş. Murat DOĞRU

✉: senaymurat86@gmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The aim of this study is to estimate heterosis, heterobeltiosis and dominance effect on yield, total soluble solid and dry matter of capia type red pepper.

Methods and Results: In this study 11 capia type red pepper parents and 47 hybrids obtained from crosses of these parents were used as materials. Heterosis in fresh fruit yield ranged from -48.23 to 80.68. The highest heterosis were recorded for 209 YKB (80.68%), 239 YKB (60.35%), 225 YKB (56.97%) and 195 YKB (55.30%), respectively. Heterosis rates of F1 changed between -33.70 and 30.98 in terms of total soluble solid. The highest heterosis rates was found in 218 YKB. In terms of dry matter, highest heterosis rate was calculated as 66.67% in 195 YKB. As a result of the study, 39-H-2, 43-H-6 and 45-H-5 were determined as the best parents giving the highest heterosis rates in crosses.

Conclusions: In this study, heterosis rates were highly positive direction in terms of all three characteristics. The use of heterosis can be indicated as a practical method to increase yield and other economic characteristics in peppers.

Significance and Impact of the Study: These results can be used to determine the varieties that become prominent in terms of desired characteristics.

Atf / Citation: Murat-Doğru Ş, Kar H, Özbakır-Özer M, Kobal-Bekar N (2022) Heterosis, heterobeltiosis and dominance effect on yield, total soluble solid and dry matter of red pepper [*Capsicum annuum* L. var. *conooides* (Mill.) Irish] hybrids. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 365-373. DOI: 10.37908/mkutbd.1077970

INTRODUCTION

Pepper (*Capsicum annum*, L.) is an important vegetable crop that is widely grown in Turkey. Turkey is the fourth major pepper producer after China, Mexico and Indonesia in the world (Anonymous, 2020). Pepper used in many forms, such as fresh or cooked vegetables, herbs or spices, and various kinds of processed products. The level of phenotypic diversity within pepper populations is quite high. The factors that reveal the diversity are due to features such as fruit shape, color, bitterness rate in fruit, fruit flesh thickness, fruit flesh color, fruit size and

number of seeds etc. (Kanal and Balkaya, 2021). Heterosis is expressed as an agricultural phenomenon, in which growth, productivity, earliness, quality and other features of hybrid genotypes are superior compared to their parents. While heterosis is defined as the hybrids having higher average values than their parents, heterobeltiosis is the superiority of hybrids over the parents with the highest values. Heterosis may also occur in negative sense depending on the used features which are highlighted (Yılmaz and Sarı, 2002). Heterosis has been widely used in agriculture to increase yield and to broaden adaptability of hybrid varieties and applied

to increasing number of crop species (Shresta et al., 2011). High yielding pepper varieties are very important in increasing crop productivity to meet consumer demands (Ganefianti and Fahrurrozi, 2018). It has also been applied to the expression of adaptive traits such as increased fertility and resistance to biotic and abiotic stress. Maximum heterosis is observed in the F₁, but the superiority of the progeny over their parents is progressively lost in subsequent generations obtained through successive selfing (Khalil and Hatem, 2014). Hybridization breeding also has the advantage of combining desirable horticultural and resistance traits faster than conventional pure line and pedigree selection, as it allows the combination of dominantly inherited traits (Naves et al., 2022)

The manifestation of heterosis can be due to different factors like: heterozygosity; different allelic interaction (dominance or over dominance); non-allelic or epistasis interactions. Information regarding the inheritance of different traits is very important to design the suitable breeding programs and orientation of selection in different segregant populations. In this regard, dominance effect (potence ratio) can be an effective tool in determining the type and direction of dominance (Soames et al., 2021)

Several studies have been conducted on heterosis in F₁ hybrids of pepper in recent years. Pérez-Grajales et al. (2009) were found the highest heterosis relative to the best parent in the cross 'Zongolica x Puebla' for fruit yield (51%). Shresta et al. (2011) used 23 hybrid and their parents to determine heterosis. For fruit number per plant, out of 23 tested hybrids, 20 hybrids showed superiority to their parents. Out of 23 hybrids tested, 8 hybrids showed the negative heterobeltiosis on fruit number per plant. Bhutia et al. (2015), found that five genetically diverse parents selected out of twenty two genotypes of diverse origin through multivariate analysis. They were crossed in diallel fashion without reciprocals to produce 10 F₁ hybrids to determine mode of gene action, extent of heterosis and dominance effect, and to estimate combining ability for 14 quantitative characters. The predictability ratio revealed overwhelming response of non-additive gene action in controlling the expression of fresh fruit yield per plant and most of the yield components. Rao et al. (2017) determined heterosis rates in terms of yield and some characteristics affecting yield in 33 hybrids obtained by using 3 lines and 11 testers in bell pepper. Accordingly, the highest heterosis rates were determined as 77.27% for fruit number per plant, 131.82% for fruit weight per plant, and 43.72% for average fruit weight. Ahrham et al.

(2017) found mid and better parent heterosis of the fresh fruit yield ranging from -38.63 to 97.66% and from -47.24 to 80.44%, respectively. Chakrabarty et al. (2019), stated that the highest heterosis rate of fresh fruit yield as 121.68%.

The aim of this study is to estimate heterosis, heterobeltiosis and dominance effect on yield, total soluble solid and dry matter of capia type red pepper.

MATERIALS and METHODS

Material

Eleven parents from different heterotic groups with high general adaptability in the Black Sea Agricultural Research Institute pepper breeding gene pool and 47 hybrid combinations that obtained from these parents were used as material. Morphological features of parents presented in Table 1. Hybrid combination and parents listed in Table 2. The study was carried out in 2018 on the research plots of Black Sea Agricultural Research Institute (Samsun, Turkey). Seeds of all studies carried out in the trial area were sown in the first week of April. Peat and perlite mixture was prepared at a ratio of 3:1 as seedling growing medium and vermiculite was used as covermedium. Cultural processes such as fertilization and spraying were applied during the seedling growing period. Experimental areas were prepared with mulch, embankment and drip irrigation system, and plantings were generally done at the end of May in 100X50X40 cm double row plots with 20 plants. In all the studies carried out, the maintenance procedures (fertilization, weed control, irrigation etc.) were carried out regularly during the vegetation period.

Analytical methods

Total soluble solids (TSS) were determined by an refractometer at 20 °C and expressed with °Brix. For this, the puree obtained by crushing the pieces taken from different parts of the similar fruits taken from each line was measured in a refractometer. In the determination of dry matter, 5 similar fruits taken from each line were kept in an oven at 55 °C until dry. Dry matter was determined as $[100 \times (\text{dry weight}/\text{fresh weight})]$ and expressed with %. For the average yield (kg da^{-1}), the yields of the plants harvested once a week were recorded. The yields of the parcels were determined cumulatively after harvest. The yield per decare was calculated from the yield per parcel, and the yield per decare was taken into account in the analysis of the data.

Table 1. Morphological features of parents

Tablo 1. Ebeveynlerin morfolojik özellikleri

Parent	Fruit weight (g)	Fruit diameter (mm)	Fruit length (cm)	Pericarp thickness (mm)	Fruit color at mature stage
39 H-1	162.00	48.29	23.62	4.25	Red
39 H-2	97.70	46.53	16.62	3.15	Red
39 H-16	91.70	44.61	12.5	3.59	Red
43-H-3	171.30	60.14	20.75	3.59	Red
43-H-6	123.9	55.70	13.7	5.00	Red
45 H-5	104.80	38.9	18.84	3.58	Red
66 YM-8	124.00	44.68	13.8	5.39	Red
29-2-2-3	81.11	31.84	16.37	5.01	Red
29-2-2-3-1	104.30	50.48	14.87	3.48	Red
10 YM-4-2	106.10	46.76	13.0	5.51	Red
12YM-3-2	109.65	42.42	13.20	3.34	Red

Table 2. Hybrid combination and hybrid codes obtained from crosses

Tablo 2. Melezlemelerden elde edilen hibrit kombinasyonları ve kodları

Hybrid code	Hybrid combination	Hybrid code	Hybrid combination
180 YKB	39-H-1 X 29-2-2-3	210 YKB	43-H-6 X 39-H-2
181 YKB	39-H-1 X 29-2-2-3-1	211 YKB	43-H-6 X 43-H-3
182 YKB	39-H-1 X 39-H-2	215 YKB	45-H-5 X 66 YM-8
183 YKB	39-H-1 X 39-H-16	216 YKB	45-H-5 X 10 YM-4-2
185 YKB	39-H-1 X 45-H-5	218 YKB	45-H-5 X 39-H-16
188 YKB	39-H-1 X 66 YM-8	219 YKB	45-H-5 X 12 YM-3-2
189 YKB	39-H-2 X 10 YM-4-2	220 YKB	66 YM-8 X 39 H-16
190 YKB	39-H-2 X 12 YM-3-2	221 YKB	29-2-2-3 X 66 YM-8
191 YKB	39-H-2 X 29-2-2-3	223 YKB	29-2-2-3 X 39-H-16
192 YKB	39-H-2 X 29-2-2-3-1	224 YKB	29-2-2-3-1 X 10 YM-4-2
193 YKB	39-H-2 X 43-H-3	225 YKB	29-2-2-3-1 X 12 YM-3-2
194 YKB	39-H-2 X 43-H-6	226 YKB	29-2-2-3-1 X 29-2-2-3
195 YKB	39-H-2 X 45-H-5	227 YKB	29-2-2-3-1 X 39 H-1
197 YKB	39-H-16 X 45-H-5	228 YKB	29-2-2-3-1 X 39 H-2
198 YKB	39-H-16 X 39-H-1	229 YKB	29-2-2-3-1 X 39 H-16
199 YKB	43-H-3 X 10 YM-4-2	230 YKB	29-2-2-3-1 X 43 H-3
200 YKB	43-H-3 X 12 YM-3-2	231 YKB	29-2-2-3-1 X 43 H-6
201 YKB	43-H-3 X 29-2-2-3-1	233 YKB	29-2-2-3-1 X 66 YM 8
202 YKB	43-H-3 X 39-H-1	239 YKB	10-YM-4-2 X 12 YM-3-2
203 YKB	43-H-3 X 39-H-16	240 YKB	10-YM-4-2 X 29-2-2-3-1
205 YKB	43-H-3 X 43-H-6	241 YKB	10-YM-4-2 X 43-H-3
207 YKB	43-H-3 X 66-YM-8	242 YKB	10-YM-4-2 X 45-H-5
208 YKB	43-H-6 X 10 YM-4-2	243 YKB	10-YM-4-2 X 43-H-6
209 YKB	43-H-6 X 29-2-2-3-1		

Determination of heterosis, heterobeltiosis and dominance effect

Heterosis (H1) and heterobeltiosis (H2) were calculated with the formula below.

a) $H1 (\%) = \frac{F1 - MP}{MP} \times 100$, where F1= mean value of the hybrid population; MP = mid-parent

b) $H2 (\%) = \frac{F1 - BP}{BP} \times 100$, where F1= mean value of the hybrid population; BP = better-parent

The dominance estimates (D.E.) also referred as "potence ratio" was computed using the following formula as suggested by Bhutia et al. (2015).

c) $D.E. = \frac{F1 - MP}{0.5 \times P2 - P1}$, where F1= mean value of the hybrid population; MP = mid-parent; P2= mean of the highest parent; P1= mean of the lowest parent.

Evaluation of data and statistical analysis

Trials were set up in randomized blocks with 3 replications. The data obtained by examining the yield and technological properties of the materials used were evaluated by subjecting them to the SAS-JMP 5.0.1 statistical program and the statistically significant

criteria were grouped with the Duncan multiple comparison test.

RESULTS and DISCUSSION

Yield

Heterosis, heterobeltiosis and dominance effect data on yield of pepper are presented in Table 3.

Table 3. Heterosis, heterobeltiosis and dominance effect on yield of pepper

Tablo 3. Biberde verim yönünden heterosis, heterobeltiosis oranları ve dominans etkisi

Hybrid code	Yield (kg da ⁻¹)		F1	MP	Heterosis	Heterobeltiosis	DE
	P1	P2					
180 YKB	5735.21	4809.50	6359.96 c-m	5272.35	20.63	10.89	2.35
181 YKB	5735.21	4342.91	6897.24 a-h	5039.06	36.88	20.26	2.67
182 YKB	5735.21	6160.04	7416.68 a-d	5947.62	24.70	20.40	6.92
183 YKB	5735.21	6982.92	6988.28 a-g	6359.06	9.89	0.08	1.01
185 YKB	5735.21	6733.02	7434.53 a-d	6234.11	19.26	10.42	2.41
188 YKB	5735.21	5164.01	6384.95 c-l	5449.61	17.16	11.33	3.28
189 YKB	6160.04	5358.93	6358.17 c-m	5759.48	10.39	3.22	1.49
190 YKB	6160.04	2334.78	6379.59 c-l	4247.41	50.20	3.56	1.11
191 YKB	6160.04	4809.50	4494.63 q-w	5484.77	-18.05	-27.04	-1.47
192 YKB	6160.04	4342.91	6845.48 a-i	5251.47	30.35	11.13	1.75
193 YKB	6160.04	5308.59	7580.72 abc	5734.31	32.20	23.06	4.34
194 YKB	6160.04	6733.02	5417.48 j-s	6446.53	-15.96	-19.54	-3.59
195 YKB	6160.04	3096.98	7188.20 a-e	4628.51	55.30	16.69	1.67
197 YKB	6982.92	6733.02	7984.31 a	6857.97	16.42	14.34	9.01
198 YKB	6982.92	5735.21	7081.10 a-f	6359.06	11.35	1.41	1.16
199 YKB	5308.59	5358.93	6772.29 a-i	5333.76	26.97	26.37	57.16
200 YKB	5308.59	4342.91	5633.46 h-q	4825.75	16.74	6.12	1.67
201 YKB	5308.59	4342.91	5938.70 e-o	4825.75	23.06	11.87	2.30
202 YKB	5308.59	5735.21	7013.27 a-g	5521.90	27.01	22.28	6.99
203 YKB	5308.59	6982.92	5829.81 f-p	6145.76	-5.14	-16.51	-0.38
205 YKB	5308.59	3096.98	5431.76 j-s	4202.78	29.24	2.32	1.11
207 YKB	5308.59	5164.01	4730.25 o-v	5236.30	-9.66	-10.89	-7.00
208 YKB	3096.98	5358.93	4944.45 n-v	4227.95	16.95	-7.73	0.63
209 YKB	3096.98	4342.91	6721.24 a-i	3719.94	80.68	54.76	4.82
210 YKB	3096.98	6160.04	6072.57 e-n	4628.51	31.20	-1.42	0.94
211 YKB	3096.98	5308.59	5369.28 k-s	4202.78	27.76	1.14	1.05
215 YKB	6733.02	5164.01	6646.45 b-k	5948.51	11.73	-1.29	0.89
216 YKB	6733.02	5358.93	6176.10 d-n	6045.97	2.15	-8.27	0.19
218 YKB	6733.02	6982.92	6254.64 d-m	6857.97	-8.80	-10.43	-4.83
219 YKB	6733.02	2334.78	5883.36 f-p	4533.90	29.76	-12.62	0.61
220 YKB	5164.01	6982.92	3953.78 u-y	6073.46	-34.90	-43.38	-2.33
221 YKB	4809.50	5164.01	4274.72 s-y	4986.75	-14.28	-17.22	-4.02
223 YKB	4809.50	6982.92	6288.56 d-m	5896.21	6.65	-9.94	0.36
224 YKB	4342.91	5358.93	4081.94 t-y	4850.92	-15.85	-23.83	-1.51
225 YKB	4342.91	2334.78	5241.12 l-t	3338.84	56.97	20.68	1.89
226 YKB	4342.91	4809.50	6240.36 d-m	4576.20	36.37	29.75	7.13
227 YKB	4342.91	3096.98	5083.68 m-u	3719.94	36.66	17.06	2.19
228 YKB	4342.91	5358.93	4655.28 p-w	4850.92	-4.03	-13.13	-0.39
229 YKB	4342.91	6982.92	5706.65 h-q	5662.91	0.77	-18.28	0.02
230 YKB	4342.91	5308.59	4487.49 q-w	4825.75	-7.01	-15.47	-0.70
231 YKB	4342.91	3096.98	4289.36 s-y	3719.94	15.31	-1.23	0.91

Table 3 (devamı). Heterosis, heterobeltiosis and dominance effect on yield of pepper

Tablo 3 (continued). Biberde verim yönünden heterosis, heterobeltiosis oranları ve dominans etkisi

233 YKB	4342.91	5164.01	4205.46 s-y	4753.46	-11.53	-18.56	-1.33
239 YKB	5358.93	2334.78	6168.42 d-n	3846.85	60.35	15.11	1.54
240 YKB	5358.93	4342.91	2511.50 z	4850.92	-48.23	-53.13	-4.61
241 YKB	5358.93	5308.59	4734.53 o-v	5333.76	-11.23	-11.65	-23.81
242 YKB	5358.93	3096.98	3082.34 xyz	4227.95	-27.10	-42.48	-1.01
243 YKB	5358.93	3096.98	5403.20 k-s	4227.95	27.80	0.83	1.04

P1: Parent 1, P2: Parent 2, MP: Mid parent, DE: Dominance effect

Total soluble solid

Heterosis, heterobeltiosis and dominance effect data on total soluble solid of pepper are shown in Table 4.

Table 4. Heterosis, heterobeltiosis and dominance effect on total soluble solid (TSS) of pepper

Tablo 4. Biberde toplam kuru madde yönünden heterosis, heterobeltiosis oranları ve dominans etkisi

Hybrid code	TSS (Brix°)				Heterosis	Heterobeltiosis	DE
	P1	P2	F1	MP			
180 YKB	6.80	6.08	6.13 d-s	6.44	-4.85	-9.93	-0.86
181 YKB	6.80	7.05	6.85 b-j	6.93	-1.08	-2.84	-0.60
182 YKB	6.80	5.70	6.55 b-n	6.25	4.80	-3.68	0.55
183 YKB	6.80	5.70	5.95 g-s	6.25	-4.80	-12.50	-0.55
185 YKB	6.80	7.05	7.70 ab	6.93	11.19	9.22	6.20
188 YKB	6.80	6.35	7.10 b-g	6.58	7.98	4.41	2.33
189 YKB	5.70	6.33	6.85 b-j	6.01	13.93	8.30	2.68
190 YKB	5.70	5.85	6.00 f-s	5.78	3.90	2.56	3.00
191 YKB	5.70	6.08	6.75 b-k	5.89	14.65	11.11	4.60
192 YKB	5.70	7.05	5.20 o-t	6.38	-18.43	-26.24	-1.74
193 YKB	5.70	6.60	4.98 st	6.15	-19.11	-24.62	-2.61
194 YKB	5.70	4.95	5.08 q-t	5.33	-4.69	-10.96	-0.67
195 YKB	5.70	7.05	6.13 d-s	6.38	-3.92	-13.12	-0.37
197 YKB	5.70	7.05	5.43 m-t	6.38	-14.90	-23.05	-1.41
198 YKB	5.70	6.80	6.20 c-r	6.25	-0.80	-8.82	-0.09
199 YKB	6.60	6.33	6.65 b-l	6.46	2.90	0.76	1.36
200 YKB	6.60	5.85	5.95 g-s	6.23	-4.42	-9.85	-0.73
201 YKB	6.60	7.05	6.40 c-o	6.83	-6.23	-9.22	-1.89
202 YKB	6.60	6.80	7.18 a-f	6.70	7.09	5.51	4.75
203 YKB	6.60	5.70	6.63 b-m	6.15	7.72	0.38	1.06
205 YKB	6.60	4.95	7.00 bg	5.78	21.21	6.06	1.48
207 YKB	6.60	6.35	6.40 c-o	6.48	-1.16	-3.03	-0.60
208 YKB	4.95	6.33	7.10 b-g	5.64	25.94	12.25	2.13
209 YKB	4.95	7.05	6.45 c-n	6.00	7.50	-8.51	0.43
210 YKB	4.95	5.70	5.53 l-t	5.33	3.76	-3.07	0.53
211 YKB	4.95	6.60	5.55 k-t	5.78	-3.90	-15.91	-0.27
215 YKB	7.05	6.35	6.28 c-q	6.70	-6.34	-10.99	-1.21
216 YKB	7.05	6.33	7.35 abc	6.69	9.91	4.26	1.83
218 YKB	7.05	5.70	8.35 a	6.38	30.98	18.44	2.93
219 YKB	7.05	5.85	6.35 c-p	6.45	-1.55	-9.93	-0.17
220 YKB	6.35	5.70	6.73 b-l	6.03	11.62	5.91	2.15
221 YKB	6.08	6.35	6.65 b-l	6.21	7.04	4.72	3.18

Table 4 (devamı). Heterosis, heterobeltiosis and dominance effect on total soluble solid (TSS) of pepper

Table 4 (continued). Biberde toplam kuru madde yönünden heterosis, heterobeltiosis oranları ve dominans etkisi

223 YKB	6.08	5.70	5.70 i-t	5.89	-3.18	-6.17	-1.00
224 YKB	7.05	6.33	6.48 c-n	6.69	-3.18	-8.16	-0.59
225 YKB	7.05	5.85	6.90 b-i	6.45	6.98	-2.13	0.75
226 YKB	7.05	6.08	6.23 c-q	6.56	-5.14	-11.70	-0.69
227 YKB	7.05	6.80	6.70 b-l	6.93	-3.25	-4.96	-1.80
228 YKB	7.05	5.70	5.18 p-t	6.38	-18.82	-26.60	-1.78
229 YKB	7.05	5.70	6.10 d-s	6.38	-4.31	-13.48	-0.41
230 YKB	7.05	6.60	4.53 t	6.83	-33.70	-35.82	-10.22
231 YKB	7.05	4.95	5.95 g-s	6.00	-0.83	-15.60	-0.05
233 YKB	7.05	6.35	6.60 b-n	6.70	-1.49	-6.38	-0.29
239 YKB	6.33	5.85	5.65 j-t	6.09	-7.19	-10.67	-1.84
240 YKB	6.33	7.05	6.30 c-p	6.69	-5.79	-10.64	-1.07
241 YKB	6.33	6.60	6.88 b-i	6.46	6.38	4.17	3.00
242 YKB	6.33	7.05	7.30 a-d	6.69	9.16	3.55	1.69
243 YKB	6.33	4.95	5.40 n-t	5.64	-4.21	-14.62	-0.35

P1: Parent 1, P2: Parent 2, MP: Mid parent, DE: Dominance effect

When the trial was examined in terms of total soluble solid (TSS), the °Brix values changed between 8.35 and 4.52, and the difference was statistically significant (Table 4). The highest brix value was measured at the rate of 8.35% in 218 YKB F1. The °Brix of these varieties was within the range commonly reported for sweet peppers. This result is similar to Ferreira et al. (2012) who stated that the total soluble solids of sweet pepper ranged between 6.37 and 8.45°Brix in their study. Heterosis rates of F1 changed between -33.70 and 30.98%. The highest heterosis rates was found in 218 YKB. These heterosis rates are similar to AlBallat et al. (2019). Rodrigues et al. (2012) were found the highest heterosis rate as 12.93% in terms of TSS. While the number of heterosis in the negative direction was determined as 27, the number of heterosis in the positive direction was determined as 20 in terms of TSS. Considering the standard heterotic effects, the number of crosses having significant heterosis in desired

direction is more than that of the crosses with heterosis in undesired direction for most of the traits is strongly suggesting that the genes with desired effect were dominating. The negative heterosis are seen in some of the crosses may be based to non-allelic interaction which can either increase or decrease the expression of heterosis (Rao et al., 2017). Heterobeltiosis rates for TSS on F1 changed from -35.82 to 18.44%. Heterosis compares the mean values of the two parents, whereas heterobeltiosis compares the best performance value of the parents (Sahid et al., 2020). Therefore, it is expected that heterobeltiosis rates are lower than heterosis rates. The over dominance has been associated with positive alleles in hybrids that exceed +1 and with negative alleles in hybrids that exceed -1.

Dry matter

Heterosis, heterobeltiosis and dominance effect data on dry matter of pepper are presented in Table 5.

Table 5. Heterosis, heterobeltiosis and dominance effect on dry matter of pepper

Table 5. Biberde kuru madde yönünden heterosis, heterobeltiosis oranları ve dominans etkisi

Hybrid code	Dry Matter (%)				Heterosis	Heterobeltiosis	DE
	P1	P2	F1	MP			
180 YKB	7.48	6.03	7.80 h-n	6.75	15.44	4.21	1.43
181 YKB	7.48	7.95	7.91 g-n	7.72	2.53	-0.50	0.83
182 YKB	7.48	5.28	10.52 a-i	6.38	64.88	40.57	3.75
183 YKB	7.48	6.83	7.72 h-n	7.15	7.93	3.21	1.73
185 YKB	7.48	6.49	11.02 a-f	6.98	57.82	47.33	8.12
188 YKB	7.48	8.90	11.38 a-d	8.19	38.99	27.94	4.51
189 YKB	5.28	8.23	7.77 h-n	6.75	14.99	-5.65	0.69

Table 5 (devamı). Heterosis, heterobeltiosis and dominance effect on dry matter of pepper

Table 5 (continued). Biberde kuru madde yönünden heterosis, heterobeltiosis oranları ve dominans etkisi

190 YKB	5.28	9.95	9.21 d-m	7.61	20.99	-7.44	0.68
191 YKB	5.28	6.03	7.72 h-n	5.65	36.64	28.13	5.52
192 YKB	5.28	7.95	7.61 i-n	6.61	15.09	-4.28	0.75
193 YKB	5.28	14.64	12.38 ab	9.96	24.36	-15.41	0.52
194 YKB	5.28	10.46	8.80 d-n	7.87	11.79	-15.92	0.36
195 YKB	5.28	6.49	9.80 b-k	5.88	66.67	51.12	6.48
197 YKB	6.83	6.49	9.30 c-m	6.66	39.74	36.26	15.56
198 YKB	6.83	7.48	6.63 lmn	7.15	-7.38	-11.43	-1.61
199 YKB	14.64	8.23	9.32 c-m	11.43	-18.48	-36.32	-0.66
200 YKB	14.64	9.95	9.68 b-k	12.29	-21.29	-33.89	-1.12
201 YKB	14.64	7.95	7.79 h-n	11.29	-31.06	-46.81	-1.05
202 YKB	14.64	7.48	10.01 b-j	11.06	-9.47	-31.60	-0.29
203 YKB	14.64	6.83	10.47 a-i	10.73	-2.47	-28.49	-0.07
205 YKB	14.64	10.46	11.35 a-d	12.55	-9.58	-22.48	-0.58
207 YKB	14.64	8.90	7.15 j-n	11.77	-39.27	-51.18	-1.61
208 YKB	10.46	8.23	8.37 e-n	9.35	-10.49	-20.03	-0.88
209 YKB	10.46	7.95	10.52 a-i	9.21	14.23	0.53	1.04
210 YKB	10.46	5.28	10.87 a-g	7.87	38.16	3.92	1.16
211 YKB	10.46	14.64	13.22 a	12.55	5.36	-9.67	0.32
215 YKB	6.49	8.90	8.75 d-n	7.69	13.72	-1.69	0.88
216 YKB	6.49	8.23	7.92 g-n	7.36	7.65	-3.77	0.64
218 YKB	6.49	6.83	9.33 c-m	6.66	40.12	36.63	15.71
219 YKB	6.49	9.95	9.03 d-n	8.22	9.89	-9.25	0.47
220 YKB	8.90	6.83	8.37 e-n	7.86	6.42	-5.96	0.49
221 YKB	6.03	8.90	7.85 h-n	7.46	5.16	-11.80	0.27
223 YKB	6.03	6.83	7.46 j-n	6.43	16.11	9.30	2.59
224 YKB	7.95	8.23	6.92 k-n	8.09	-14.52	-15.98	-8.39
225 YKB	7.95	9.95	7.07 j-n	8.95	-21.01	-28.94	-1.88
226 YKB	7.95	6.03	7.13 j-n	6.99	2.04	-10.31	0.15
227 YKB	7.95	7.48	9.69 b-k	7.72	25.60	21.89	8.40
228 YKB	7.95	5.28	6.51 o	6.61	-1.63	-18.18	-0.08
229 YKB	7.95	6.83	7.99 g-n	7.39	8.16	0.50	1.07
230 YKB	7.95	14.64	9.59 b-k	11.29	-15.08	-34.47	-0.51
231 YKB	7.95	10.46	7.47 j-n	9.21	-18.85	-28.59	-1.38
233 YKB	7.95	8.90	10.63 a-h	8.42	26.15	19.45	4.66
239 YKB	8.23	9.95	9.51 b-l	9.09	4.62	-4.42	0.49
240 YKB	8.23	7.95	9.22 d-m	8.09	13.97	12.03	8.07
241 YKB	8.23	14.64	10.44 a-i	11.43	-8.73	-28.70	-0.31
242 YKB	8.23	6.49	8.92 d-n	7.36	21.17	8.32	1.79
243 YKB	8.23	10.46	8.69 d-n	9.35	-7.01	-16.92	-0.59

P1: Parent 1, P2: Parent 2, MP: Mid parent, DE: Dominance effect

Fruit dry matter is very important for pepper processing industry and best materials for processing purposes should show the highest percentage of dry matter (Singh et al. 2015). Results of the current experiment on dry matter ratios varied between 6.13% and 13.22% ($p < 0.01$). The hybrid with the highest value in terms of dry matter was determined to be 211 YKB. Heterosis rates varied from -39.27 to 66.67% (Table 5). While

heterosis rate was determined in positive direction in 31 combinations, it was detected in negative direction in 16 combinations. Highest heterosis rate was calculated as 66.67% of 195 YKB. Singh et al. (2015) were determined heterosis of a low magnitude (-9.65% to 2.19%) for dry matter in pepper. They revealed that the some hybrids with high heterosis rate involved low \times low GCA parents, revealing the importance of complementary gene action

in heterosis expression whereas the other ones involved either one or both good combiner parents. Heterobeltiosis rates were calculated as lower than heterosis rates as in other features. Heterobeltiosis rates ranged between -51.18 and 51.12%. Data presented in Table 5 show that 16 crosses in dry matter had positive values with significant or highly significant heterosis over the midparents. The estimated values of dominance effect for dry matter changed from -8.39 to 15.71. In hybrids with high heterosis and heterobeltiosis rates, the estimates of dominance effect generally exceeded +1. These results show the over dominance effect in these combinations. These results also are in agreement with the studies of Bhutia et al. (2015) and Kumar et al. (2017). Generally, 39-H-2 X 45-H-5, 39-H-1 X 39-H-2, 39-H-1 X 45-H-5 were identified as the best heterotic cross combinations in terms of dry matter.

In conclusion, heterosis and heterobeltiosis for selection should also be considered in the assembly of hybrid cultivars through breeding activities. If hybrid cultivars have the best heterosis and heterobeltiosis values but poor performance, they cannot be easily utilized as hybrid cultivars (Sahid et al. 2020). On the other hand parent lines showing low performance are able to produce hybrids with high degree of heterosis (Andrade Júnior et al. 2018). Heterobeltiosis helps in identifying the superior cross combinations and their exploitation to get better transgressive segregants. In the utilization of hybrid vigor in commercial crops, only that vigor in excess of the better parent is of significance (Rohini and Lakshmanan, 2017). In this study, heterosis rates were highly positive direction in terms of all three characteristics. The highest rates of heterosis and heterobeltiosis occurred in terms of yield. As a result of the study, 39-H-2, 43-H-6 and 45-H-5 were determined as the best parents giving the highest heterosis rates in crosses.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, kapya tipi kırmızı biberin verim, toplam çözümlü madde ve kuru maddesi üzerine heterosis, heterobeltiosis ve dominans etkisini belirlemektir.

Yöntem ve Bulgular: Çalışmada 11 kapya tipi kırmızı biber ebeveyni ve bu ebeveynlerin melezlerinden elde edilen 47 hibrit materyal olarak kullanılmıştır. Meyve verimi yönünden heterosis oranları -48.23 ile 80.68 arasında değişmiştir. En yüksek heterosis sırasıyla 209 YKB (%80.68), 239 YKB (%60.35), 225 YKB (%56.97) ve 195 YKB'de (%55.30) tespit edilmiştir. Toplam çözümlü madde açısından heterosis oranları -33.70 ile 30.98

arasında değişmiştir. En yüksek heterosis oranı 218 YKB'de belirlenmiştir. Kuru madde bakımından en yüksek heterosis oranı ise 195 YKB'de %66,67 olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda hibritlerde en yüksek heterosis oranları veren ebeveynler genel olarak 39-H-2, 43-H-6 ve 45-H-5 olarak belirlenmiştir.

Genel Yorum: Bu çalışmada heterosis oranları her üç özellik açısından da yüksek oranda pozitif yönde tespit edilmiştir. Heterosis kullanımı biberlerde verim ve diğer ekonomik özelliklerin artırılmasında pratik bir yöntem olarak gösterilebilir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Elde edilen bu sonuçlar istenen özellikler bakımından öne çıkan çeşitlerin belirlenmesinde kullanılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Biber, heterosis, heterobeltiosis, dominans etkisi, verim.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by General Directorate of Agricultural Research and Policies of Turkey (Project Number: TAGEM/BBAD/Ü/20/A1/P1/1892).

STATEMENT OF CONFLICT OF INTEREST

The author(s) declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Abrham S, Mandefro N, Sentayehu A (2017) Heterosis and heterobeltiosis study of hot pepper (*Capsicum annum* L.) genotypes in Southern Ethiopia. Int. J. Plant Breed. 11: 63-70.
- AlBallat IA, Ahmed ME, Ommran S, Alkadah KAG (2019) Heterosis, combining ability and heritability of fruit yield and quality traits in blocky yellow sweet pepper. Egypt. J. Plant Breed. 23(6): 1267-1297.
- Andrade Junior VC, Pedrosa CE, Miranda TG, Valadares NR, Pereira SL, Azevedo AM (2018) Biometric evaluation of morpho-agronomic traits in pepper lines and hybrids. Hort. Bras. 36: 357-361.
- Anonymous (2020) FAO Crops and livestock products. Retrieved February 15, 2022 from <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Bhutia ND, Seth T, Shende VD, Dutta S, Chattopadhyay, A (2015) Estimation of heterosis, dominance effect and genetic control of fresh fruit yield, quality and leaf curl disease severity traits of chilli pepper (*Capsicum annum* L.). Sci. Hortic. 182: 47-55.

- Chakrabarty S, Islam AKM, Mian MA, Ahamed T (2019) Combining ability and heterosis for yield and related traits in chili. *Open Agric.* 13(1).
- Ferreira TAPC, Valadares KO, Souza MJF, Santana JQ, Balbino MP, Ferreira RC (2012) Yellow and red sweet pepper quality under photoselective screens and field crop conditions. In VII International Symposium on Light in Horticultural Systems 956: 473-479.
- Ganefianti DW, Fahrurrozi F (2018) Heterosis and combining ability in complete diallel cross of seven chili pepper genotypes grown in ultisol. *Agrivita Journal of Agricultural Science* 40(2): 360-370.
- al A, Balkaya A (2021) *Capsicum baccatum* türüne ait biber popülasyonunun karakterizasyonu ve morfolojik varyasyon düzeyinin belirlenmesi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 26(2): 278-291.
- Khalil MR, Hatem MK (2014) Study on combining ability and heterosis of yield and its components in pepper (*Capsicum annum* L.). *Alex. J. Agric. Res.* 59(1): 61-71.
- Kumar S, Kumar R, Kumar D, Gautam N, Singh N, Parkash C, Shukla YR (2017) Heterotic potential, potence ratio, combining ability and genetic control of yield and its contributing traits in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* 45(3): 175-190.
- Naves ER, Scossa F, Araújo WL, Nunes-Nesi A, Fernie AR, Zsögön A (2022) Heterosis and reciprocal effects for agronomic and fruit traits in *Capsicum* pepper hybrids. *Sci. Hortic.* 295: 110821.
- Pérez-Grajales M, González-Hernández VA, Peña-Lomelí A, Sahagún-Castellanos J (2009) Combining ability and heterosis for fruit yield and quality in manzano hot pepper (*Capsicum pubescens* R & P) landraces. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 15(1): 103-109.
- Rao PG, Reddy KM (2017) Exploitation of mid parent heterosis in bell pepper (*Capsicum annum* L.) for yield and yield attributing traits. *Agric. Res. J.* 54(1): 117-119.
- Rodrigues R, Gonçalves LS, Bento CDS, Sudré CP, Robaina RR, do Amaral Júnior AT (2012) Combining ability and heterosis for agronomic traits in chili pepper. *Hortic. Bras.* 30: 226-233.
- Rohini N, Lakshmanan V (2017) Heterotic expression for dry pod yield and its components in chilli (*Capsicum annum* var. *annuum*). *J. Anim. Plant Sci.* 27(1).
- Sahid ZD, Syukur M, Maharijaya A (2020) Combining ability and heterotic effects of chili pepper (*Capsicum annum* L.) genotypes for yield components and capsaicin content. *Sabrao J. Breed. Genet.* 52(4): 390-401.
- Shrestha SL, Luitel BP, Kang WH (2011) Heterosis and heterobeltiosis studies in sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *Hortic. Environ. Biotechnol.* 52(3): 278-283.
- Singh P, Cheema DS, Dhaliwal MS, Garg N, Jindal SK, Chawla N (2015) Combining ability and heterosis for quality and processing traits in chili pepper (*Capsicum annum* L.) involving male sterile lines. *J. Crop Improv.* 29(4): 379-404.
- Soames I, Ciulca A, Madosa E, Ciulca S (2021) Estimation of heterosis and potence ratio for plant yield in hot pepper. *Life Science and Sustainable Development* 2(2): 82-87.
- Yilmaz N, Sari N (2012) Heterosis effect on plant growth fruit, yield and quality in single, triple and double crosses of melon (*Cucumis melo* var. *cantalupensis*) Hybrids. In Yilmaz N, Sari N, editors. *Proceeding of the Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae* (pp. 535-543).



Bazı yabancı badem çeşitlerinin Gaziantep ekolojisindeki verim ve meyve özellikleri

Yield and nut characteristics of some foreign almond cultivars in Gaziantep ecology

Safder BAYAZIT¹ , Mustafa ALAZ¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1098934](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1098934)

Geliş tarihi /Received:05.04.2022

Kabul tarihi/Accepted:31.05.2022

Keywords:

Almond, cultivar, adaptaion, yield, Gaziantep.

✉ Corresponding author: Safder BAYAZIT

✉: sbayazit30@gmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: In this study, yield and pomological properties of Texas, Nonpareil, Mandalay, Marta, Ruby, Padre, Primorski, Picantili, Desmayo Larguetta and Sonora almond cultivars which were planted on the seedling rootstocks in Gaziantep ecological conditions were tried to be determined.

Methods and Results: In the study, yield per tree (kg/tree) nut weight (g), nut dimensions (length, width, height) (mm), shell thickness (mm), the kernel weight (g), kernel dimensions (length, width, height) (mm), kernel ratio (%), fat and protein ratios (%) were determined. As a result of the study, the yield per tree was ranged from 4.18 kg (Primorski) to 7.83 kg (Marta) in 2018 and 3.67 kg (Primorski) to 8.67 kg (Padre) in 2020. Average lowest nut weight was obtained from the Sonora cultivar (1.43 g and 1.52g) in the two years of the study and the highest was obtained from D. Larguetta cultivar (3.17 g and 3.44 g). While the kernel weight was low in Primorski and Pikantili cultivars, it was over 1 g in Mandalay, Ruby and Sonora cultivars. In the analyses carried out in 2018, the fat content ranged from 39.20% (Ruby) to 50.82% (Primorski), and the protein ratio ranged from 17.60% (Nonpareil) to 26% (Mandalay).

Conclusions: It has been determined that Primorski cultivar is not suitable for the region due to its low yield and low kernel weight. The result of the research has also revealed that D. Larguetta cultivar should not be recommended in Gaziantep ecological conditions due to the low kernel percentage.

Significance and Impact of the Study: The present study concerns the assessment of yield, nuts and kernels physical traits of ten almond cultivars recently introduced in Gaziantep ecology. The aim is to identify the best cultivars, which best adapted to the climatic conditions of favorable for the cultivation of almonds in this region. Because the characteristics of fruit species and cultivars vary according to ecology. Adaptation studies are important for high yield and quality.

Atf / Citation: Bayazit S, Alaz M (2022) Bazı yabancı badem çeşitlerinin Gaziantep ekolojisindeki verim ve meyve özellikleri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2) : 374-383. DOI: 10.37908/mkutbd.1098934

GİRİŞ

Badem (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb), sistematik sınıflandırmada *Rosaceae* familyasının *Prunus* cinsine dahil edilmektedir. Botanik açıdan sert çekirdekli bir meyve olan badem diğer *Prunus* türlerinden farklı olarak mezokarp olgunlaşma aşamasında kuruyup derimsi bir

hal aldığı için 'sert kabuklu' meyveler içerisinde değerlendirilmektedir (Özbek, 1978). Badem sert kabuklu meyve türleri içerisinde gerek üretim ve tüketimi, gerekse içermiş olduğu besin maddeleri nedeniyle önemli bir yere sahiptir. Bu özelliği badem üretiminin her yıl daha da artmasına neden olmaktadır. Nitekim 1990 yılında 1.315.419 ton olan dünya badem

üretimi %169.28 oranında artış ile 2019 yılında 3.542.148 tona ulaşmıştır. Bu üretim içerisinde ABD (1.936.840 ton) ve İspanya'nın (340.420 ton) önemli paya sahip olduğu görülmekle birlikte, İran (177.015 ton), Fas (102.185 ton) ve Türkiye (150.000 ton) gibi ülkelerde de önemli miktarlarda badem üretimi gerçekleştirilmektedir (Anonymous, 2022).

Günümüze kadar neredeyse çöğür bitkilerle üretimin gerçekleştirildiği ülkemizde bademin anavatanları içerisinde olması ve bademin ekolojik isteklerine elverişli alanlara sahip olması nedeniyle üretim miktarı bakımından sürekli bir artış görülmektedir. Öteki meyve türlerinde olduğu şekilde meyve özellikleri çeşit tercihini belirleyen en önemli faktör olarak görülmektedir. Meyve kalitesi yüksek çeşitlerin badem üretiminin gerçekleştirildiği Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerindeki bahçe tesislerinde ekolojik gereksinimleri gözlemlenmesinin kullanıldığı görülmektedir. Bu durum düşük verimle karşılaşılmasına neden olmaktadır. Bademin erken çiçeklenen bir tür olması Güneydoğu Anadolu bölgesinde tesis edilen bahçelerde ilkbahar geç donları zararını da beraberinde getirebilmektedir.

Tesis edilen bu yeni badem bahçelerinde kullanılan çeşitlerin başta bölge ekolojisine uyumları, meyve verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi ve bölgede oluşabilecek biyotik ve abiyotik stres koşullarına olan toleranslarının bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca, meyve yetiştiriciliğinde bahçe kurulum maliyetleri oldukça yüksektir. Meyve ağaçlarının yaşadığı gençlik kısırlığı dönemi ise bu maliyetin karşılanmasını geciktirmektedir. Bu gibi sebeplerden dolayı meyve bahçesi tesis etmek isteyen üreticinin yetiştireceği meyve tür ve çeşitlerinin yetiştiricilik yapılacak bölge ekolojisindeki performansları hakkında bilgi sahibi olması gerekmektedir. Bitkisel üretimde ekolojiye göre yetiştirilecek meyve tür ve çeşitlerinin seçimi önem taşımaktadır. Bir bölge için çeşit seçiminde dikkat edilmesi gereken önemli faktörler ekolojik koşulların uygunluğu olup sıcaklık ve sulama koşulları meyve yetiştiriciliğini en fazla sınırlandıran faktörlerdendir. Bu nedenle farklı ekolojik koşullarda, ekonomik anlamda yetiştiriciliği yapılabilecek türlere ait çeşitlerin performansına yönelik çalışmalar önem kazanmaktadır (Karaat, 2019).

Belirtilen nedenlerden dolayı gerçekleştirilen bu araştırmanın amacı 10 adet yabancı badem çeşidinin Gaziantep ili ekolojik koşullarında verim ve meyve özelliklerinin belirlenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada materyal olarak Gaziantep ili ekolojik koşullarında yer alan Texas, Nonpareil, Mandalay, Marta, Ruby, Padre, Primorski, Picantili, Desmayo Largetta ve Sonora badem çeşitleri kullanılmıştır. Badem bahçesi 36° 57' 25.20" K ve 37° 28' 17.80" D koordinatlarında yer almakta ve deniz seviyesinden yüksekliği 702 m'dir. Çöğür anacı üzerine aşılı bitkiler 2008 yılında 5x5 m aralıklarla dikilmiştir. Deneme alanı sulanmakta ve kültürel ve bakım işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Araştırmada, badem çeşitlerinin meyve özellikleri 2019 ve 2020 yıllarında 3 yinelemeli ve her yinelemede 20 adet meyve olacak şekilde toplam 60 meyvede Gülcan (1985) ve Bayazit'a (2007) göre gerçekleştirilmiştir. Pomolojik analizlerden ortalama kabuklu meyve ağırlığı (g), meyve boyutları (en, boy, yükseklik) (mm), meyve şekli indeksi (en/boy), kabuk kalınlığı (mm), iç badem ağırlığı (g), iç badem oranı (randıman) (%), iç badem boyutları (en, boy, yükseklik) (mm), iç badem genişlik indeksi ve iç badem kalınlık indeksi belirlenmiştir. Ayrıca, iç badem rengi, tüylülüğü, pürüzlülüğü ve iç badem tadı subjektif olarak belirlenmiştir.

Protein oranı (%); Denemede kullanılan badem çeşitlerinde Kjeldahl metoduna göre (Kacar, 1984) azot tayini yapılmış ve belirlenen azot miktarı 5.30 ile çarpılarak protein oranları hesaplanmıştır. Yağ oranı (%); Soxhlet cihazında Akyüz ve Kaya (1992)'ya göre aşağıda formülde verildiği şekilde hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Yağ} = \frac{\text{Balon içindeki yağ ağırlığı (g)}}{\text{Kartuş içindeki örnek ağırlığı}} \times 100$$

Kabuklu badem şekil indeksi (en/boy); meyve eninin meyve boyuna bölünmesiyle verilen formül kullanılarak belirlenmiştir. Kabuklu badem şekil indeksi <40 'çok dar'; 40-48 'dar'; 49-55 'orta'; 56-65 'geniş' ve >65 'çok geniş' olarak değerlendirilmiştir.

$$\text{Kabuklu badem şekil indeksi} = \frac{\text{Ort Genişlik (mm)}}{\text{Ort Boy (mm)}} \times 100$$

İç badem genişlik indeksi verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır; Genişlik indisi 50'den küçük olanlar 'dar', 50-60 arası 'genişçe' ve 60'dan büyük olanlar ise 'geniş' olarak sınıflandırılmıştır.

$$\text{Genişlik indisi} = \frac{\text{Ortalama Genişlik (mm)}}{\text{Ortalama Boy (mm)}} \times 100$$

İç badem kalınlık indeksi verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır. Kalınlık indisi 30'dan küçük ise 'yassı', 30-38 arası ise 'kalınca' ve 38'den büyük ise 'kalın' olarak değerlendirilmiştir.

$$\text{Kalınlık indisi} = \frac{\text{Ortalama Kalınlık (mm)}}{\text{Ortalama Boy (mm)}} \times 100$$

Varyans analizleri SAS paket programı (SAS Inst 1990) kullanılarak yapılmıştır. Çoklu karşılaştırmalar Tukeyin HSD testi ile değerlendirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Denemede yer alan badem çeşitlerinde ağaç başına verim 5 bitkiden ayrı ayrı hasat edilen meyvelerin gölgede kurutulduktan sonra her ağaç için ayrı ayrı tartılması ile elde edilmiştir (Çizelge 1). 2018 yılı ölçümlerinde en düşük verim 4.08 kg/ağaç ile Nonpareil çeşidinden elde edilirken, en yüksek verim 7.83 kg/ağaç ile Marta çeşidinden elde edilmiştir. 2020 yılı ölçümlerinde elde edilen değerler önceki yılın sonuçlarından farklı olmuş, en düşük verim 3.67 kg/ağaç ile D. Languetta çeşidinden, en yüksek verim ise 8.67 kg/ağaç ile Primorski çeşidinden elde edilmiştir.

Verim meyve tür ve çeşitlerinin bir ekolojiye uyumlarının temel göstergelerindedir. Bu nedenle birçok araştırmada verim değerleri belirlenmiştir. Kaşka ve ark. (1993), geç çiçek açan 16 yabancı ve 3 yerli badem çeşidi içerisinde ağaç başına verimin en yüksek Ferragnes çeşidinde 1620.27 g/ağaç olarak elde edildiğini belirtmişlerdir. Denemenin yürütüldüğü Gaziantep ili ile benzer ekolojik koşullara sahip Şanlıurfa ekolojisinde gerçekleştirilen bir araştırmada ise badem çeşitlerinin dikiminden 3 yıl sonra verime yattıkları, en yüksek verimin 4.45 kg/ağaç ile Picantili çeşidinde, en düşük verimin ise 1.75 kg/ağaç ile Ferraduel çeşidinde gerçekleştiği belirtilmiştir (Kaşka ve ark., 1998).

Atlı ve ark. (2005), sulu koşullarda 101-23, 17-4, 48-5, 48-2, 300-1, 48-1, 101-13 yerli badem genotipleri ve Nonpareil, Ferragnes, Cristomorto, Picantili, D. Languetta, Garrigues, Drake, Tuono, Primorski, Nikitski, Texas, Yaltinski ve Ferraduel yabancı badem çeşitleri içerisinde en yüksek verimin 572.6 kg/da ile Ferraduel çeşidinden elde edildiğini bildirmiştir. Atlı (2019), 2 yerli ve 19 yabancı badem çeşidinin Gaziantep ili ekolojik koşullarındaki performanslarının saptanması amacıyla gerçekleştirdiği araştırmada 8 yaşlı bitkilerde verimin çeşitlere göre değiştiği ve 2012 yılında en düşük verimin Sonora çeşidinden 4.128 kg/ağaç, en yüksek verimin Guara çeşidinden 12.805 kg/ağaç; 2013 yılında ise en düşük Ferrastar çeşidinden 4.253 kg/ağaç ve en yüksek Guara çeşidinden 11.918 kg/ağaç olarak elde etmiştir. Gaziantep ekolojisinde gerçekleştirdiğimiz bu araştırmadan elde edilen verim değerlerinin araştırmacıların bildirdikleri verim değerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Verim yetiştiriciliğin temel amacıdır ve birim alandan en yüksek düzeyde ürün eldesi de temel hedeftir. Verim genetik yapıya bağlı olduğu kadar ekolojik koşullardan da etkilenmekte, özellikle

uygulanan kültürel işlemler elde edilen ürün miktarı üzerine önemli düzeyde etki etmektedir. Bu nedenle aynı çeşitler ile farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen araştırma sonuçları farklılık göstermektedir. Gerçekleştirmiş olduğumuz bu araştırma sonucunda ve Atlı'nın (2019)'da elde ettiği sonuçlarda olduğu şekilde badem çeşitlerinden elde edilen verim değerlerinin yıllara göre de farklılık göstermesi çevrenin genetik yapı üzerine olan etkisinin sonucu olarak değerlendirilmiştir.

Kabuklu badem ağırlıkları çeşitlere ve yıllara göre değişiklik göstermiş, ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 2018 yılında en düşük kabuklu badem ağırlığı Sonora (1.43 g) ve Nonpareil (1.55 g) çeşitlerinden elde edilirken, en yüksek kabuklu badem ağırlığı D. Languetta çeşidinden (3.17 g) elde edilmiştir. 2020 yılı ölçümlerinde de 2018 yılı ölçümlerine benzer şekilde en düşük kabuklu badem ağırlığı Nonpareil (1.64 g) çeşidinden, en yüksek kabuklu badem ağırlığı D. Languetta (4.43 g) çeşidinden elde edilmiştir.

Meyve ağırlığı çeşit özelliği olmakla birlikte, bitki yaşı, ürün durumu, uygulanan kültürel işlemler, bitkinin yetiştirildiği ekoloji gibi bir çok faktör tarafından etkilenmektedir. Nitekim, Abderahmane (1990), Fas ekolojisinde Desmayo Languetta, Nonpareil ve Teksas, çeşitlerinin kabuklu meyve ağırlıklarını sırasıyla 5.0 g, 1.47 g ve 2.48 g, olarak bildirmiştir. Kuzudere (1999), Ceylanpınar Tarım İşletmesinde Texas çeşidinin kabuklu badem ağırlığını 1.52 g olarak belirtmiştir. Akçay ve Tosun (2005), Yalova ekolojik koşullarında Picantili ve Nonpareil badem çeşitlerinin kabuklu badem ağırlıklarını 3.40 g ve 2.65 g olarak bildirmiştir. Hanine ve ark. (2014), Fas ekolojisinde yetiştirilen Texas badem çeşidinin kabuklu badem ağırlığını 4.66 g, Ferragnes çeşidinin ise 4.60 g olarak bildirmiştir.

Bu araştırmadan elde edilen sonuçların öteki araştırmaların sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Aynı badem çeşitlerine ilişkin farklı araştırmalardan farklı sonuçlar alınması ağaç yaşının, çeşitlerin yetiştirildikleri ekolojilerin ve uygulanan kültürel işlemlerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Sert kabuklu meyve türlerinde kabuğun ince ve sağlam olması istenilmektedir ve önemli meyve özelliklerindedir. Yabancı badem çeşitlerinde 2 yıl süreyle gerçekleştirilen bu araştırma neticesinde kabuk kalınlıkları çeşitlere göre değişiklik göstermiştir. Denemenin 2 yılında da en düşük kabuk kalınlığı (Sonora çeşidinden 0.45 mm ve 1.10 mm) elde edilirken, en yüksek kabuk kalınlığı Marta çeşidinden (2.45 mm ve 3.06 mm) elde edilmiştir. Bilgin (2020) Demirci/Manisa ekolojisinde Nonpareil çeşidinin kabuk kalınlığını 1.79

mm olarak bildirmiştir. IBPGR badem descriptöründe Texas çeşidinin orta ince kabuklu, Nonpareil çeşidinde ise kabuğun çok ince olduğu bildirilmektedir (Gülcan, 1985). Gerçekleştirmiş olduğumuz bu araştırmadan elde

edilen Nonpareil çeşidine ait kabuk kalınlığı sonuçları Bilgin'in (2020) sonuçları ile yakın olurken, Badem descriptöründe verilen sonuçları da desteklemiştir.

Çizelge 1. Badem çeşitlerinde verim ve kabuklu badem özellikleri

Table 1. Yield and nut characteristics in almond cultivars

Çeşitler	Ağaç Başına Verim (kg/ağaç)		Kabuklu Badem Ağırlığı (g)		Kabuk Kalınlığı (mm)	
	2018	2020	2018	2020	2018	2020
Texas	5.01 c	5.67 ba	1.64 f	1.88 ef	1.93 c	2.45 a
Nonpareil	4.98 c	7.00 ba	1.55 g	1.64 f	2.39 ab	1.31 a
Mandalay	6.80 ab	6.67 ba	2.82 b	2.91 c	2.34 b	3.14 a
Marta	7.83 a	5.67 ba	2.72 c	2.62 dc	2.45 a	3.06 a
Ruby	4.90 c	6.67 ba	2.02 d	2.08 e	1.75 e	2.83 a
Padre	4.67 c	8.67 a	1.67 f	2.52 d	1.87 d	2.89 a
Primorski	4.18 c	3.67 b	1.77 e	1.96 ef	1.68 f	2.17 a
Picantili	5.07 b	7.33 ba	2.68 c	3.72 b	1.62 g	2.14 a
D. Largueta	6.42 b	6.33 ba	3.17 a	4.43 a	1.73 ef	2.60 a
Sonora	6.30 b	7.00 ba	1.43 h	1.78 ef	0.45 h	1.10 a
LSD (%5)	1.06	4.26	0.08	0.34	0.06	2.62

Kabuklu badem boyutları (en, boy ve yükseklik) çeşitlere göre değiştiği gibi yıllara göre de değişiklik göstermiştir. 2018 yılında kabuklu badem eni 16.66 mm (Sonora) ile 21.18 mm (Picantili), kabuklu badem boyu 24.12 mm (Padre) ile 37.67 mm (Picantili) ve kabuklu badem yüksekliği 10.21 mm (Sonora) ile 15.36 mm (Mandalay) arasında değişmiştir. Kabuklu badem eni, boyu ve yüksekliği değerleri 2020 ölçümlerinde sırasıyla 18.64 mm (Sonora) ile 25.74 mm (D. Largueta), 26.17 mm (Texas) ile 37.93 mm (D. Largueta) ve 11.04 mm (Sonora) ile 16.30 mm (D. Largueta) arasında değişmiştir (Çizelge 2). Bu araştırmadan meyve boyutlarına ilişkin elde etmiş olduğumuz değerler önceki araştırmaların

sonuçları ile kıyaslandığında çeşitlere özgü değerlerin optimum düzeyde elde edildiği görülmektedir. Nitekim, Kaşka ve ark. (1994), 1988-1992 yılları arasında Şanlıurfa'da, Nonpareil ve Teksas badem çeşitlerinin, kabuklu meyve genişliğini 12.65 mm ve 11.34 mm; kabuklu meyve uzunluğunu 22.22 mm ve 21.14 mm olarak tespit etmişlerdir. Akçay ve Tosun (2005), Yalova ekolojik koşullarında geç çiçeklenen Ferrastar, Nonpareil, Cristomorto, Tuono, Ferragnes, Picantili, Yaltinski ve Garrigues badem çeşitlerinin kabuklu meyve eninin 21.07 mm ile 28.83 mm; kabuklu meyve boyunun 27.58 mm ile 38.97 mm, kabuklu meyve kalınlıklarının ise 13.70 mm ile 20.83 mm arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çizelge 2. Badem çeşitlerinde kabuklu badem boyutları

Table 2. Nut dimensions of almond cultivars

Çeşitler	Kabuklu Badem Eni (mm)		Kabuklu Badem Boyu (mm)		Kabuklu Badem Yüksekliği (mm)	
	2018	2020	2018	2020	2018	2020
Texas	17.25 f	18.73 ed	26.55 e	26.17 e	12.95 d	13.48 bc
Nonpareil	18.27 e	21.22 bd	31.25 b	32.61 dc	12.79 de	12.82 dc
Mandalay	20.43 c	21.22 bcd	35.92 a	33.94 bc	15.36 a	14.75 bac
Marta	18.45 d	19.32 ecd	31.09 c	31.07 dc	13.73 c	14.79 bac
Ruby	17.94 e	19.54 ecd	26.66 e	26.30 e	14.21 b	14.31 bac
Padre	17.46 f	21.44 bc	24.12 f	30.07 d	13.58 c	15.62 ba
Primorski	18.20d	19.56 ecd	32.21 b	30.82 dc	12.53 e	12.95 dc
Picantili	21.18 a	23.72 ba	37.67 a	32.55 dc	13.43 c	14.80 bac
D. Largueta	20.78 b	25.74 a	30.97 c	37.93 a	13.55 c	16.30 a
Sonora	16.66 g	18.64 e	29.86 d	37.00 ba	10.21 f	11.04 d
LSD (%5)	0.34	2.54	0.40	3.56	0.35	2.42

Denemede yer alan badem çeşitlerinin 2018 ve 2020 yıllarında gerçekleştirilen sert kabuklu meyve gözlem sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi gözlem sonuçları farklı ekolojilerde gerçekleştirilmiş önceki araştırma sonuçlarında da ortaya konulmuş sonuçlar ile aynı olmuştur. Nitekim, Nonpareil ve Sonora badem çeşitlerinin ince kabuklu (el bademi), Texas badem çeşidinin denemede yer alan öteki badem çeşitlerine kıyasla kabuğunun daha yumuşak olduğu bilinmektedir (Küden ve ark., 2010). Bununla birlikte kabuk sertliği, sert kabukta gözeneklilik durumu, sert kabukta açılma gibi özellikler genetik yapı tarafından

kontrol edilmekte ve çevre koşullarından etkilenmemektedir.

Denemede yer alan badem çeşitlerinde meyve şekli indeksi ve meyve şekli gözlem sonuçları çeşitlere göre değişmiştir. Ruby, Padre ve D. Langueta çeşitlerinde meyveler 'çok geniş', Sonora çeşidinde 'orta' olurken, denemede yer alan öteki badem çeşitlerinde meyve şekli indeksi 'geniş' olarak belirlenmiştir. Badem deskriptörü (Gülcan, 1985) baz alınarak gerçekleştirilen gözlemlerde ise Texas, Ruby ve Padre çeşitlerine ait meyveleri 'oval', Sonora 'çok dar' olarak değerlendirilirken, öteki çeşitlere ait meyvelerin 'kalp' şekilli oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 3. Badem çeşitlerinde kabuklu meyve şekli ve özellikleri (2018 ve 2020 yılları)

Table 3. Nut shape and characteristics in almond cultivars (2018 and 2020)

Çeşitler	Meyve Şekli İndeksi	Meyve Şekli	Kabuk Sertliği	Sert Kabuk Gözeneklilik	Sert Kabukta Açılma	
Texas	0.65	Geniş	Oval	Sert	Az gözenekli	Yok
Nonpareil	0.58	Geniş	Kalp	El	Sık gözenekli	Yok
Mandalay	0.57	Geniş	Kalp	Çok sert	Sık gözenekli	Yok
Marta	0.59	Geniş	Kalp	Taş	Sık gözenekli	Yok
Ruby	0.67	Çok geniş	Oval	Sert	Az gözenekli	Yok
Padre	0.72	Çok geniş	Oval	Sert	Az gözenekli	Yok
Primorski	0.56	Geniş	Kalp	El	Az gözenekli	Yok
Picantili	0.59	Geniş	Kalp	Çok sert	Sık gözenekli	Yok
D. Langueta	0.67	Çok geniş	Kalp	Çok sert	Sık gözenekli	Yok
Sonora	0.49	Orta	Çok dar	El	Çizgili	Çok geniş

Sert kabuklu meyve türlerinde tohum yenildiği için tohum (iç badem) ağırlığının ve tohumun tüm meyveye olan oranının (randıman) yüksek olması gerekmektedir. Bu açıdan denemede yer alan badem çeşitleri değerlendirildiğinde 2018 yılı ölçümlerinde iç badem ağırlığı 0.68 g (Primorski, Picantili) ile 1.13 g (Sonora) arasında değişmiştir. 2020 yılı ölçümlerinde ise iç badem ağırlıklarında 2018 yıl ölçüm sonuçlarına göre bir artış gözlenmiş, 0.81 g (Texas) ile 1.36 g (D. Langueta) arasında değişmiştir (Çizelge 4).

Badem çeşitlerinde iç badem oranı (randıman) çeşitlere göre değişmekle birlikte, aynı çeşitler için yıllara göre de değişiklik göstermiştir. Bununla birlikte iç badem oranı badem çeşitlerinin genetik özelliklerinin gereği olarak, önceki araştırmalarda da elde edildiği şekilde ince kabuklu badem çeşitlerinde yüksek elde edilirken, kalın kabuklu badem çeşitlerinde düşük elde edilmiştir. Denemenin 2 yılında da en yüksek randıman Sonora çeşidinde %70.52 ve % 66.67 olarak elde edilmiştir. Benzer şekilde Nonpareil (%58.87 ve %62.12) çeşidinde de iç oranı yüksek olmuştur. En düşük iç badem oranları ise 2018 yılı ölçümlerinde Mandalay (%37.47), Marta (%36.49), Picantili (%25.28), D. Langueta (%31.14) çeşitlerinden elde edilmiştir. 2020 yılı ölçümlerinde de

2018 yılı çalışmalarında olduğu şekilde Picantili (%33.44), D. Langueta (%33.78) çeşitlerinden elde edilen iç badem oranları öteki çeşitlere kıyasla çok düşük gerçekleşmiştir (Çizelge 4).

Kuzudere (1999), Ceylanpınar Tarım İşletmesinde yer alan 17-4, 48-1, 48-2, 48-5, 101-9, 101-13, 101-23 ve 300-1 yerli badem genotipleri ile Cristomorto, D. Languetta, Drake, Ferraduel, Garrigues, Nonpareil, Primorski, Texas, Tuono, Yaltinski, Nikitski ve Ferragnes badem çeşitlerinde en yüksek iç badem ağırlığının Picantili (1.73 g) ve en düşük iç badem ağırlığının Texas çeşidinde (0.82 g); en yüksek ve en düşük iç oranını da sırasıyla Drake (% 58.88) ve D. Languetta'da (% 10.08) çeşitlerinden elde edildiğini belirtmiştir. Yeşilkaynak (2000), Kahramanmaraş ili ekolojik koşullarında 19 yabancı badem çeşidi ve 8 yerli badem genotipinin performanslarını saptamak amacıyla gerçekleştirdiği araştırma neticesinde en yüksek iç ağırlığının 1.89 g ile Yaltinski ve Drake çeşitlerinde; en yüksek iç oranının % 68.88 ile Nonpareil çeşidinde gerçekleştiğini bildirmiştir. Egea ve ark. (2000), Marta çeşidinde iç oranının % 32 ve iç badem ağırlığının 1.5 g olduğunu belirtmişlerdir. Atlı ve ark. (2005), Gaziantep ekolojik koşullarında D. Langueta badem çeşidinin iç oranını % 25.9 olarak bildirmiştir.

Aslan (2015), Şanlıurfa ili Ceylanpınar ilçesinde 2014-2015 yıllarında gerçekleştirdikleri araştırma sonucunda Nonpareil badem çeşidinin iç ağırlığını 1.63 g olarak bildirmiştir. Karaat (2019), Adıyaman ili Besni ilçesinde Ferragnes, Ferraduel ve Marta çeşitlerinin iç badem ağırlığını tüm çeşitler için 1.1 g olarak belirlemiştir. Yıldız ve Perdahçı (2019), Uşak ili ekolojik koşullarında Nonpareil ve Texas çeşitlerinin iç oranlarının sırasıyla %53.5 ve %52.7 olduğunu bildirmişlerdir. Gaziantep ili ekolojik koşullarında 2 yıl süreyle gerçekleştirilen

araştırma neticesinde elde edilen sonuçların verilen araştırmaların sonuçları ile uyumlu olduğu görülmektedir. Gerek gerçekleştirmiş olduğumuz bu araştırmada gerekse aynı çeşitler kullanılarak gerçekleştirilen öteki çalışmalarda iç badem ağırlıklarında ve oranlarında değişiklikler gözlemlenmiştir. Buna karşılık iç badem oranlarının çeşitlerin özelliklerine göre elde edildiği de görülmektedir.

Çizelge 4. Badem çeşitlerinde iç badem ağırlığı ve oranı
Table 4. Kernel weight and ratio in almond cultivars

Çeşitler	İç Badem Ağırlığı (g)		İç Badem Oranı (%)	
	2018	2020	2018	2020
Texas	0.73 f	0.81 e	44.85 d	43.06 c
Nonpareil	0.91 d	1.02 c	58.87 b	62.12 a
Mandalay	1.06 b	1.27 ba	37.47 e-f	43.53 c
Marta	0.99 c	1.07 cd	36.49 f	40.75 c
Ruby	1.07 b	1.04 dc	53.01 c	51.93 b
Padre	0.89 e	1.12 bcd	53.32 c	44.29 c
Primorski	0.68 g	0.84 e	38.55 e	42.90 c
Picantili	0.68 g	1.25 ba	25.28 h	33.44 d
D.Largueta	0.99 c	1.36 a	31.14 g	30.78 d
Sonora	1.13 a	1.18 bc	70.52 a	66.67 a
LSD (%5)	0.03	0.16	1.30	5.75

İç bademin iri olması tüketiciler tarafından tercih edilmektedir. Bununla birlikte küçük iç bademlerinde badem şekeri gibi sanayinin farklı alanlarında kullanıldığı da bilinmektedir. Denemede yer alan badem çeşitlerinde iç badem boyutları (en, boy, yükseklik) çeşitlere göre değişmiştir. Buna karşılık kabuklu badem boyutları ile iç badem boyutlarının yakınlığı dikkat çekmiştir. İç badem boyutları denemede yer alan badem çeşitlerine göre değiştiği gibi yıllara göre de değişiklik göstermiştir. İç badem en, boy ve yüksekliği 2018 yılı ölçümlerinde en düşük 10.95 mm (Texas), 19.58 mm (Texas), 6.85 mm (Nonpareil) olurken, en yüksek 15.73 mm (D. Largueta), 27.57 mm (D. Largueta), 8.52 mm (Ruby) olarak elde edilmiştir. Bu değerler 2020 yılı ölçümlerinde en düşük 9.73 mm (Texas), 19.98 mm (Padre), 6.26 mm (Picantili) olurken, en yüksek 12.83 mm (Picantli), 25.79 mm

(Mandalay), 8.29 mm (Padre) olarak elde edilmiştir (Çizelge 5).

Texas ve Primorski çeşitlerinde iç badem en, boy ve yükseklik değerlerinin düşüklüğü dikkat çekmiştir. Bununla birlikte çeşitlere ilişkin elde edilen değerler çeşit özelliğini gösteren değerler olmuştur.

Akçay ve Tosun (2005), Yalova ekolojik koşullarında geç çiçeklenen Ferrastar, Nonpareil, Cristomorto, Tuono, Ferragnes, Picantili, Yaltinski ve Garrigues badem çeşitlerinde iç badem eninin 13.15 ile 15.98 mm; iç badem boyunun 21.78 ile 27.25 mm ve iç badem kalınlıklarının ise 8.65 ile 11.18 mm arasında değiştiği bildirilmiştir.

Bu araştırmadan elde edilen değerler Akçay ve Tosun (2005)'ün ortak kullanılan çeşitleri için belirtmiş olduğu değerler ile uyumlu olmuştur.

Çizelge 5. Badem çeşitlerinde iç badem boyutları

Table 5. Kernel dimensions in almond cultivars

Çeşitler	İç Badem Eni (mm)		İç Badem Boyu (mm)		İç Badem Yüksekliği (mm)	
	2018	2020	2018	2020	2018	2020
Texas	10.95 g	9.73 f	19.58 f	20.00 e	7.67 bac	7.67 bc
Nonpareil	13.25 cbd	12.26 bc	23.68 dc	21.70 dc	6.85 c	7.10 d
Mandalay	12.94 ced	12.00 c	25.39 bc	25.79 a	7.45 bc	7.20 d
Marta	12.35 fed	12.66 a	23.13 dc	23.30 a	8.15 ba	7.30 dc
Ruby	12.16 fe	12.62 ab	20.26 fe	21.40 d	8.52 a	7.78 a
Padre	13.43 cb	11.15 d	22.64 dce	19.98 e	7.27 bc	8.29 a
Primorski	11.53 fg	10.30 e	21.04 dfe	22.03 dc	6.92 c	6.42 e
Picantili	14.53 b	12.83 a	24.67 c	22.70 bc	7.70 bac	6.26 e
D. Largueta	15.73 a	12.03 c	27.57 a	24.80 a	7.38 bc	7.14 d
Sonora	12.26 fed	11.00 d	27.30 ba	25.00 a	6.92 c	7.15 d
LSD (%5)	1.06	0.36	2.77	1.10	0.99	0.37

Denemede yer alan badem çeşitlerinde iç badem kalınlık ve genişlik indeksi Çizelge 6'da verilmiştir. İç badem kalınlık ve genişlik indeksi değerleri çeşitlere göre değişmiş, iç badem genişlik indeksi Texas, Mandalay, Primorski, D. Largueta ve Sonora çeşitlerinde 'dar', öteki badem çeşitlerinde ise 'genişçe' olarak belirlenmiştir. İç badem kalınlık indeksi ise Mandalay, Primorski, Picantili, D. Largueta ve Sonora çeşitlerinde 'yassı', Texas ve Padre çeşitlerinde 'kalın' ve denemede yer alan öteki badem çeşitlerinde ise 'kalınca' olarak elde edilmiştir. Üzerinde çalışılan badem çeşitlerinde iç badem tülülülüğü 'düşük' olarak gözlemlenmiştir. Texas badem çeşidinde iç

bademlerde 'acılık' hissedilirken, öteki badem çeşitlerinde iç bademler 'tatlı' olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirilen gözlemler neticesinde Nonpareil, Ruby, Primorski ve Sonora çeşitlerinde iç bademler 'düz', D. Largueta çeşidinde 'pürüzlü' olarak belirlenirken, denemede yer alan öteki badem çeşitlerinde 'orta' olarak gözlemlenmiştir. İç badem rengi de çeşitlere göre değişmiştir. Nonpareil ve Sonora çeşitlerinde iç bademler 'çok açık', Ruby, Primorski, D. Largueta çeşitlerinde 'açık', Marta çeşidinde 'koyu' olarak gözlemlenirken, öteki çeşitlerde 'orta' olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 6. Badem çeşitlerinde iç badem genişlik ve kalınlık indeksi

Table 6. Kernel width and thickness index in almond cultivars

Çeşitler	İç Badem Genişlik İndeksi		İç Badem Kalınlık İndeksi		İç Badem Rengi	İç Badem Pürüzlülük
Texas	48.69	Dar	38.78	Kalın	Orta	Orta
Nonpareil	56.46	Genişçe	32.51	Kalınca	Ç. açık	Düz
Mandalay	47.51	Dar	27.75	Yassı	Orta	Orta
Marta	54.47	Genişçe	31.18	Kalınca	Koyu	Orta
Ruby	58.91	Genişçe	36.32	Kalınca	Açık	Düz
Padre	56.03	Genişçe	41.85	Kalın	Orta	Orta
Primorski	46.72	Dar	29.12	Yassı	Açık	Düz
Picantili	46.40	Dar	22.65	Yassı	Orta	Orta
D. Largueta	48.52	Dar	28.74	Yassı	Açık	Pürüzlü
Sonora	45.09	Dar	28.75	Yassı	Ç. açık	Düz

Denemede yer alan badem çeşitlerinde 2018 yılında gerçekleştirilen yağ ve protein analiz sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi badem çeşitlerinde yağ ve protein değerlerine ait ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olmuştur. Badem çeşitlerinde yağ oranı %39.20 (Ruby) ile %50.82 (Primorski), protein oranı ise %17.60 (Nonpareil) ile

%26.00 (Mandalay) arasında değişmiştir. Aynı ekolojik ve kültürel koşullarda yetiştirilen badem çeşitlerinden elde edilen yağ ve protein oranlarındaki farklılıklar genetik yapının bir sonucu olarak görülmektedir. Elde edilen yağ ve protein oranları farklı ekolojilerde farklı badem çeşit ve genotipleri ile gerçekleştirilen önceki araştırmaların sonuçları ile uyumlu olmuştur. Nitekim. Kester ve Asay

(1975), 100 g taze iç bademin; 19 g protein, 54 g yağ içerdiğini bildirmiştir. Kader (1996), çeşitlere göre değişmekle birlikte bademde yağ oranını %52.2 ve protein oranını da %20 olarak bildirmiştir. Açar ve ark. (1997), yabancı çeşitlerden Nonpareil, Drake ile 101-13 nolu yerli genotipte yağ oranlarının % 52.08 ile %57.49 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Barbera ve ark. (1994), Sicilya (İtalya) Bölgesi'nde farklı anaçlar üzerine aşılı Ferragnes ve Tuono badem çeşitlerinin protein içeriğinin %22.53 (Ferragnes) ve %25.85 (Tuono) olduğunu, yağ içeriklerinin ise %52.25 (Tuono) ve %56.19 (Ferragnes) olduğunu bildirmişlerdir. Ahrens ve ark. (2005), Carmel, Texas ve Nonpareil badem çeşitlerinin yağ oranlarının %43.37 ile %47.50 ve protein oranlarının %20.68 ile %23.30 arasında değiştiğini saptamışlardır. Ayadi ve ark. (2006), Nonpareil badem çeşidinde yağ oranını %55.30 olarak bildirmişlerdir. Parlakçı (2008), Şanlıurfa ili, Bozova ilçesinde bulunan çöğür anaç üzerine aşılı Ferragnes, Ferraduel, Lauranne, Bertina ve Felisia çeşitlerinde protein oranlarının çeşitlere ve yıllara göre değiştiğini; 2006 yılında, %26.23 (Ferragnes), %25.37 (Bertina), %24.49 (Ferraduel), %23.70 (Felisia) ve % 22.39 (Lauranne). 2007 yılında ise, %27.48 (Lauranne), %26.08 (Bertina), %24.76 (Ferragnes), %22.84 (Ferraduel) ve %22.21 (Felisia) olduğunu bildirmiştir. Ayrıca araştırmacı bu çeşitlerin toplam yağ oranlarının da; %54.75 (Bertina), %51.01 (Ferragnes), %50.62 (Lauranne), %50.19 (Felisia) ve %46.17 (Ferraduel) olduğunu bildirmiştir.

Bu araştırmadan elde etmiş olduğumuz sonuçlar yerli ve yabancı badem çeşitleri ile gerek ülkemizde gerekse yabancı ülkelerde gerçekleştirilen çalışmalardan elde edilen protein ve yağ değerleri uyumlu olmuştur. Aynı badem çeşitlerine ilişkin elde edilen farklılıkların ise ağaç yaşı, uygulanan kültürel işlem farklılıkları, ekolojik farklılıklar gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, teknolojinin gelişmesi ile birlikte bademin besin içeriğinin anlaşılması protein, yağ ve özellikle yağ asitleri kompozisyonunun insan sağlığı üzerindeki olumlu etkisinin belirlenmesi bademe olan talebi artırmıştır. Ayrıca öteki meyve türlerine kıyasla dünya genelinde üretiminin az olmasına bağlı olarak market satış fiyatlarının çok yüksek olması da badem üretimini teşvik etmiştir. Çeşit geliştirme çalışmalarının yetersiz kalması nedeniyle yabancı badem çeşitleri ülkemize getirilmiş ve farklı bölgelerdeki performansları saptanmaya çalışılmıştır. Bu araştırmalar neticesinde tesis edilen bahçelerde sadece Ferragnes, Ferraduel, Texas ve Nonpareil badem çeşitleri ile ticari badem bahçeleri tesis edilmeye başlanmıştır. Bu durum çeşit sayısı sınırlı kalmasına neden olmuştur.

Çizelge 7. Badem çeşitlerinde yağ ve protein oranları (2018)

Table 7. Fat and protein ratios in almond cultivars (2018)

Çeşitler	Yağ Oranı (%)	Protein Oranı (%)
Texas	48.18 ab	20.95 d
Nonpareil	41.41 ab	17.60 f
Mandalay	45.16 ab	26.00 a
Marta	48.58 ab	20.09 de
Ruby	39.20 b	24.38 bc
Padre	47.17 ab	19.10 ef
Primorski	50.82 a	19.58 de
Picantili	39.39 b	18.02 f
D. Largueta	40.69 ab	25.79 ab
Sonora	49.01 ab	23.76 c
LSD (%5)	10.41	1.53

Bu nedenle farklı ve yeni badem çeşitlerinin farklı ekolojik koşullarındaki performanslarının saptanması önem arz etmektedir. Bu amaçla gerçekleştirilen bu araştırma da 10 farklı badem çeşidinin Gaziantep ili ekolojisindeki verim ve meyve özellikleri 2 yıl süreyle belirlenmiştir. Gerçekleştirilen araştırma sonucunda Primorski çeşidinin düşük verimli olmasının yanında iç badem ağırlığının da düşük olması nedeniyle bölge için uygun olmadığı düşünülmektedir. İç badem oranının düşük olması nedeniyle Gaziantep ili koşullarında D. Largueta çeşidinin de önerilmemesi gerektiği de araştırma sonucu ile ortaya konulmuştur.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, Gaziantep ili ekolojik koşullarında dikimi 2008 yılında gerçekleştirilmiş ve çöğür anacı üzerine aşılı Texas, Nonpareil, Mandalay, Marta, Ruby, Padre, Primorski, Picantili, D. Largueta ve Sonora badem çeşitlerinin verim ve meyve özellikleri 2 yıl süreyle belirlenmiştir.

Yöntem ve Bulgular: Araştırma kapsamında ağaç başına verim (kg/ağaç), kabuklu meyve ağırlığı (g), kabuklu meyve boyutları (en, boy, yükseklik) (mm), kabuk kalınlığı (mm), iç badem ağırlığı (g), iç badem boyutları (en, boy, yükseklik) (mm) ve iç badem oranı (%) belirlenmiştir. Ağaç başına verim 2018 yılı ölçümlerinde 4.18 kg (Primorski) ile 7.83 kg (Marta) ve 2020 yılında ise 3.67 kg (Primorski) ile 8.67 kg (Padre) arasında değişmiştir. Ortalama kabuklu badem ağırlığı araştırmanın iki yılında da Sonora çeşidinde (1.43 g ve 1.52 g) düşük olurken, Desmayo Largueta çeşidinde (3.17 g ve 3.44 g) yüksek olmuştur. İç badem ağırlığı Primorski ve Texas çeşitlerinde düşük olurken, Mandalay, Ruby ve

Sonora çeşitlerinde 1 g'ın üzerinde gerçekleşmiştir. 2018 yılında gerçekleştirilen analizlerde yağ içeriği %39.20 (Ruby) ile %50.82 (Primorski) arasında, protein oranı ise %17.60 (Nonpareil) ile %26.00 (Mandalay) arasında değişmiştir.

Genel Yorum: Gaziantep ili ekolojik koşullarında 2 yıl süreyle gerçekleştirilen bu araştırma neticesinde denemede yer alan 10 adet badem çeşidinden çeşit özelliklerine yakın değerler elde edilmiştir. Gerçekleştirilen araştırma sonucunda Primorski çeşidinin düşük verimli olmasının yanında iç badem ağırlığının da düşük olması nedeniyle bölge için uygun olmadığı düşünülmektedir. İç badem oranının düşük olması nedeniyle Gaziantep ili koşullarında D. Larguetta çeşidinin de önerilmemesi gerektiği de araştırma sonucu ile ortaya konulmuştur.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Diğer sert kabuklu meyve türlerinde olduğu şekilde bademin besin içeriğinin anlaşılması ve öteki meyve türlerine kıyasla dünya genelinde üretiminin az olmasına bağlı olarak market satış fiyatlarının çok yüksek olması badem üretimini teşvik etmiştir. Bu amaçla çeşit geliştirme çalışmalarının yetersiz kalması nedeniyle yabancı badem çeşitleri ülkemize getirilmiş ve farklı bölgelerdeki performansları saptanmaya çalışılmıştır. Bitkisel üretimde ekolojiye göre yetiştirilecek meyve tür ve çeşitlerinin seçimi önem taşımaktadır. Bir bölge için çeşit seçiminde dikkat edilmesi gereken önemli faktörler ekolojik koşulların uygunluğu olup sıcaklık ve sulama koşulları meyve yetiştiriciliğini en fazla sınırlandıran faktörlerdendir. Bu nedenle farklı ekolojik koşullarda, ekonomik anlamda yetiştiriciliği yapılabilecek meyve türlerine ait çeşitlerin performansına yönelik çalışmalar önem kazanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Badem, çeşit, adaptasyon, verim, Gaziantep.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya 19.YL.021 kod numarasıyla destek veren HMKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne çok teşekkür ediyoruz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abderahmane E (1990) Present status of nut crops in Morocco. Nut production and industry in Europe, Near East and North Africa. Reur. Technical Series 13: 219-241.
- Ağar T, Kafkas S, Kaşka N (1997) Effect of cold storage on the kernel fatty acid composition of almonds. Acta Hort. 470: 349-358.
- Ahrens S, Venkatachalam M, Mistry AM, Lapsley K, Sahte SK (2005) Almond (*Prunus dulcis* L.) protein quality. Plant Foods Hum. Nutr. 60: 123-128.
- Akçay ME, Tosun İ (2005) Bazı geç çiçek açan yabancı badem çeşitlerinin Yalova ekolojik koşullarındaki gelişme ve verim davranışları. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg. 36: 1-5.
- Anonymous (2022) Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org>. Erişim Tarihi:02.10.2020.
- Aslan R (2015) Bazı yabancı kökenli badem çeşitlerinin Şanlıurfa koşullarında fenolojik ve pomolojik özellikleri. Ordu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış). Ordu.
- Atlı HS, Açar İ, Arpacı S, Akgün A, Aydın Y, Bilim C (2005) Yerli ve yabancı değişik badem çeşitlerinin GAP bölgesi sulu koşullarında gelişme, meyveye yatma, verim ve bazı kalite değerlerinin karşılaştırılması. GAP IV. Tarım Kongresi. 21-23 Eylül, Şanlıurfa, s 1310-1313.
- Atlı HS (2019) Bazı badem çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. Turk. J. Agric. Res. 6(2): 222-229.
- Ayadi M, Ghrab M, Gargouri K, Elloumi O, Zribi F, Ben Mimoun M, Boulares CH, Guedri W (2006) Kernel characteristics of almond cultivars under rainfed conditions. Acta Hort. 726: 377-381.
- Barbera G, La Mantia T, Monastera F, De Palma L, Schirra M (1994) Response of Ferragnes and Tuono almond cultivars to different environmental conditions in Southern Italy. I International Congress on Almond. Acta Hort. 373: 125-128.
- Bayazit S (2007) Türkiye'nin Farklı Ekolojilerindeki Yabani Badem Genotiplerinde Fenolojik, Morfolojik Ve Pomolojik Özellikler İle Moleküler Yapıların Tanımlanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Adana.
- Bilgin NA (2020) Manisa ili Demirci ilçesinde yetiştirilen badem çeşitlerinin performanslarının belirlenmesi. KSÜ Tar. Doga Derg. 23(1): 74-78.

- Egea G, Nortes PA, González-Real MM, Baille A, Domingo R (2010) Agronomic response and water productivity of almond trees under contrasted deficit irrigation regimes. *Agric. Water Manag.* 97: 171-187.
- Gülcan R (1985) Descriptor List For Almond (*Prunus amygdalus*). International Board For Plant Genetics Resources (IBPGR) 30p.
- Hanine H, Zinelabidine LH, Hssaini H, Nablousi A, Ennahli S, Latrache H, Zahir H (2014) Pomological and biochemical characterization of almond cultivars in Morocco. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue 1*: 743-753.
- Kacar B (1984) Bitki Besleme Uygulama Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 900, Uygulama Kılavuzları: 214, Ankara.
- Kader AA (1996) In-plant storage. In: Micke. C.W. (Ed.). Almond Production Manual. Publication No. 3364. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. pp. 274-277.
- Karaat FE (2019) Adıyaman'da ova koşullarında yetiştirilen farklı badem çeşitlerinin bazı pomolojik ve fizyolojik özelliklerinin incelenmesi. *Adıyaman Üniv. Tarımsal Uygulama ve Arazi Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkez Dergisi* 7(2): 69-76.
- Kaşka N, Küden AB, Küden A (1998) Performances of some local and foreign almond cultivars in South East Anatolia. *Advanced Course. Production and Economics of Nut Corps.* Adana, May 18-29. pp 1-5.
- Kaşka N, Küden AB, Küden A (1993) Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden seçilmiş badem tiplerinin Adana ekolojik koşullarına adaptasyonu üzerinde çalışmalar. *Doğa Bil. Derg.* 17(1): 97-110.
- Kaşka N, Küden A, Küden AB (1994) Almond production in Southerast Anatolia. *Acta Hortic.* 373: 253-258.
- Kester DE, ASAY R (1975) Almonds. *Advances in Fruit Breeding.* (Ed. J Janick, J.N. Moore). Purdue Univ. Pres; Westlafeyette, İndiana, p.387-418.
- Kuzdere H (1999) Ceylanpınar tarım işletmeleri koşullarında yetiştirilen bazı badem çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özellikleri üzerine yapılan bir araştırma. *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.* Şanlıurfa.
- Özbek S (1978) Özel Meyvecilik. (Kışın Yaprığını Döken Meyve Türleri) Ç.Ü. Ziraat Fak.Yay. 128. Ders Kitabı: 11. 486 s.
- Yeşilkaynak B (2000) Değişik kökenli badem çeşitlerinin Kahramanmaraş ekolojik koşullarında büyüme, gelişme ve meyve verme durumlarının saptanması üzerine yapılan bir araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.* Kahramanmaraş.
- Yıldız E, Perdahcı ÇE (2019) Uşak ekolojik koşullarında bazı badem çeşitlerinin adaptasyonu *ETHABPD* 2(1): 11-19.