

TÜRK BİLİM ve MÜHENDİSLİK DERGİSİ

Yıl : 2020 - Sayı - 1
Turkish Journal of Science and Engineering – TJSE



ISPARTA
UYGULAMALI BİLİMLER
ÜNİVERSİTESİ

TÜRK BİLİM ve MÜHENDİSLİK DERGİSİ

(TURKISH JOURNAL OF SCIENCE AND ENGINEERING)

Yılda iki sayı olarak (Haziran, Aralık) yayınlanan hakemli bir dergidir.
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından
yayınlanmaktadır.

It is a peer-reviewed journal published in two issue per year (June, December). Published by
Isparta University of Applied Sciences, The Enstitute of Graduate Education.

Yıl/Year: 2020, Cilt/Volume: 2, Sayı/Issue: 1

Baş editör / Editor-in-chief

Prof. Dr. Yusuf UÇAR

Editörler / Editors

Prof. Dr. Deniz YILMAZ
Prof. Dr. Okan BİNGÖL
Prof. Dr. Levent İZCİ
Doç. Dr. Nalan YİĞİT
Doç. Dr. Zeynep EKMEKÇİ
Doç. Dr. Ayhan AKYOL
Doç. Dr. Şengül AKSAN
Dr. Öğr. Üyesi Filiz HALLAÇ TÜRK
Dr. Öğr. Üyesi Cevdet Gökhan TÜZÜN

Danışma kurulu / Advisory board

Prof. Dr. Ahmet Ali İŞILDAR
Prof. Dr. Öznur DİLER
Prof. Dr. Cengiz ÖZEL
Prof. Dr. Hasan BAYDAR
Prof. Dr. Hasan ALKAN

Teknik iletişim/Technical Communication

Araş. Gör. Emre TOPÇU
E-Posta: emretopcu@isparta.edu.tr
Tel: 0246 214 62 54

Yayıncı kuruluş / Publisher

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü – Isparta

İletişim / Contact

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Doğu Yerleşkesi, Orman Fakültesi Binası,
Zemin Kat, 32260 Çünür/Isparta
Web: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tjse>
Tel: 0246 214 65 74

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

Araştırma / Research

- Deltamethrin and Imidacloprid Resistance Levels of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) Populations Collected from Afyonkarahisar, Turkey
Afyonkarahisar İlinden Toplanan Leptinotarsa decemlineata (Coleoptera: Chrysomelidae) Popülasyonlarında Deltamethrin ve İmidacloprid Direnç Seviyeleri
Cenk Keskin, Sibel Yorulmaz Salman.....1-5
- Farklı Besin ve Uçucu Yağların *Bombus terrestris*'in Yönelimine Etkisi
Response to Different Foods and Essential Oils of Bombus Terrestris
Yağmur Ulu Türümen, İsmail Karaca.....6-11
- Sorunlu Gelişim Gösteren Bitkilerin İnsansız Hava Araçları (İHA) İle Belirlenmesi
Determination of Demonstrating Problematic Growth of Plants with Use Unmanned Air Vehicle (UAVs)
Sinan Demir, Levent Başayığit.....12-22
- Çayır Salkım Otu (*Poa pratensis* L.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Etkilerinin Belirlenmesi
Determination of Effects of Different Salt Concentrations on The Germination of Kentucky Bluegrass (Poa pratensis L.) Seeds
Mehmet Alagöz, Mevlüt Türk.....23-26
- Report of *Apiosoma* sp. on Cultured European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) in Turkey
Türkiye'de Yetiştiriciliği Yapılan Avrupa Deniz Levreklerinde (Dicentrarchus labrax) Apiosoma sp. 'nin Bildirimi
Menekşe Akpınar, Behire Işıl Didinen.....27-29
- Burdur İkinci Ürün Koşullarında Bazı Şeker Mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata*) Çeşitlerinin Taze Koçan Özellikleri
The Fresh Cop Characteristics of Some Sweet Corn (Zea mays L. var. saccharata) Cultivars in the Second Crop Conditions of Burdur
Ülkü Yıldırkan, Burhan Kara.....30-33



Deltamethrin and Imidacloprid Resistance Levels of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) Populations Collected from Afyonkarahisar, Turkey

Cenk KESKİN¹ , Sibel YORULMAZ SALMAN^{1*} 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü – Isparta-Türkiye

*Sorumlu Yazar: sibelyorulmaz@isparta.edu.tr

ARTICLE INFO

Received: 04.12.2019

Accepted: 13.06.2020

Keywords: *Leptinotarsa decemlineata*, LD₅₀, imidacloprid, deltamethrin, insecticideresistance

ABSTRACT

Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) is an important pest that can develop resistance to insecticides. In this study, imidacloprid and deltamethrin resistance levels were determined in ten Colorado potato beetle (CPB) populations collected from Afyonkarahisar province, which is one of the important potato production areas in Turkey, during the season of 2018. The third instar larvae and topical application method were used in the bioassay experiments. The dead live counts were made after seventy-two hours and LD₅₀ values of the populations were determined. Resistance ratios of imidacloprid and deltamethrin were calculated by the ratio of LD₅₀ values of field populations to LD₅₀ of susceptible population. Resistance rates determined for imidacloprid in Sandıklı-1, Sandıklı-2, Sandıklı-3, Şuhut-1, Şuhut-2, Şuhut-3, Dinar, Merkez, Bolvadin, Emirdağ populations are 3.96, 7.43, 11.33, 14.33, 27.31, 25.08, 9.12, 2.34, 7.46, 8.72-fold, respectively; and 25.86, 36.50, 35.09, 60.11, 77.17, 72.82, 40.07, 9.41, 45.86, 56.59-fold, respectively for deltamethrin. As a result, high insecticide resistance was determined in CPB populations collected from potato production areas in Afyonkarahisar province. It is thought that insecticide resistance management protocols should be implemented in CPB control in these areas.

Afyonkarahisar İlinden Toplanılan *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) Popülasyonlarında Deltamethrin ve İmidacloprid Direnç Seviyeleri

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 04.12.2019

Kabul tarihi: 13.06.2020

Anahtar Kelimeler: *Leptinotarsa decemlineata*, LD₅₀, imidacloprid, deltamethrin, insektisit direnci

ÖZET

Patates böceği *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) pestisitlere karşı direnç geliştirebilen önemli bir tarımsal zararlıdır. Bu çalışmada ülkemizin önemli patates üretim merkezlerinden biri olan Afyonkarahisar ilinden 2018 yılı üretim sezonunda toplanan 10 adet patates böceği popülasyonunda imidacloprid ve deltamethrin direnç düzeyleri belirlenmiştir. Bioassay denemelerde 3. dönem larvalar üzerinde topical aplikasyon uygulaması yapılmıştır. Ölü canlı sayımları uygulamadan 72 saat sonra yapılmış ve LD₅₀ değerleri belirlenmiştir. Popülasyonların direnç oranları arazi popülasyonlarının LD₅₀ değerlerinin, hassas popülasyonun LD₅₀ değerine oranlanmasıyla bulunmuştur. Sandıklı-1, Sandıklı-2, Sandıklı-3, Şuhut-1, Şuhut-2, Şuhut-3, Dinar, Merkez, Bolvadin, Emirdağ popülasyonlarının imidacloprid için belirlenen direnç oranları sırasıyla 3.96, 7.43, 11.33, 14.33, 27.31, 25.08, 9.12, 2.34, 7.46, 8.72-kat; deltamethrin için belirlenen direnç oranları ise sırasıyla 25.86, 36.50, 35.09, 60.11, 77.17, 72.82, 40.07, 9.41, 45.86, 56.59-kat olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonunda Afyonkarahisar ilinde patates böceği popülasyonlarına göre farklı oranlarda insektisit direnci geliştiği belirlenmiştir. Sonuç olarak bölgede insektisit direnç yönetim programlarına uygun savaşım yöntemleri uygulanmalıdır.

1. Introduction

Potato (*Solanum tuberosum* L.), which belongs to Solanaceae family, is an industrial plant that is produced in almost every part of the world and has an important place in human and animal nutrition. *Leptinotarsa decemlineata* is the major pest in potato production areas. *L. decemlineata*, which is a polyphagous pest that damages every period of the potato plant, damages the plant by eating the leaf epidermis during the first and second instar larvae and by eating the leaves completely in the third and fourth instar larvae periods and even via opening galleries

in the tubers (Radcliffe, 1982). Neonicotinoid and pyrethroid group insecticides are used extensively in the control of *L. decemlineata* in Turkey. However, long-term use of broad-spectrum synthetic insecticides is known to have negative effects on the environment, human health and beneficial organisms. It is known that the CPB can develop resistance easily to insecticides (Pimentel et al., 1992; Cox et al., 1995; Mansour et al., 2004; Stankovic et al., 2004; Nauen and Denholm, 2005; Alyokhin et al., 2007; Kumargal et al., 2012; Bozdoğan and Bahadıroğlu, 2014).

Imidacloprid active ingredient was introduced to the market in Turkey in 1991 and it is placed at 4a group in the IRAC mode of action list (IRAC, 2019). The neonicotinoid insecticides, including imidacloprid, act as nicotinic acetylcholine receptors (nAChRs) in the central nervous system in pests (Bai et al., 1991).

The active ingredient deltamethrin is placed at 3A group containing pyrethroids /pyrethrins in IRAC grouping. In this group the active ingredients act on the nervous and muscular system of insects and are known as sodium channel modulators (IRAC, 2019). The active substance deltamethrin is the first synthesized pyrethroid active ingredient and has been used for a long time in order to control of agricultural pests (Zamojska et al., 2011). Pyrethroid insecticides are among the most common insecticide groups used in chemical control against agricultural pests in the world (Khambay and Jewess, 2004).

2. Material and Method

2.1. *Leptinotarsa decemlineata* populations

Colorado potato beetle populations were collected from potato production areas in Afyonkarahisar province during potato production season in 2018. 3, 3, 1, 1, 1, 1 populations were collected from Sandikli, Suhut, Dinar, Central, Bolvadin, Emirdag districts, respectively. In the field, CPB adults were collected and put into air-permeable boxes and the date and locations of the populations were written on the boxes. A susceptible CPB population obtained from the London Research and Development Center (Canada) used as a reference population. Potato plants were grown in pots in a climate room to feed the populations. Adult individuals collected from the field were taken to cages with potato plants and waited for eggs to lay. The climate room conditions were to 25 ± 1 °C, 16 : 8 (L / D) hour photoperiod and $60 \pm 10\%$ humidity.

2.2. Insecticides

Commercial insecticides with imidacloprid active ingredient (Confidor SC 350; Bayer CropScience) and deltamethrin active ingredient (Decis EC; Bayer CropScience) were used for resistance tests.

2.3. Topical bioassays

In bioassay tests, Zhao et al. (2000) was used by adapting the method. In all bioassay tests, LD₅₀ values were determined via using the topical application method to the 3rd instar larvae. Insecticide applications were carried out with 6 doses + 1 control and 3 replications for each dose. Each replication consists of a total of five 3rd instar larvae. The doses were prepared by serial dilutions of 50% each time and only distilled water was used in the control. The applications were made on the top of the abdomen as 1 µl by micropipette. After the application, the individuals were placed to the Petri dishes which have air-permeable covers and moved to a climate room. Dead live counts were made after seventy-two hours. In this period fresh potato leaves were provided for nutrition.

2.4. Statistical analysis

The data obtained from the result of the dead live counts was analyzed by using POLO computer package program (LeOra software, 1994). The resistance ratio was calculated with comparing the LD₅₀ values of the resistant populations to the LD₅₀ value of the susceptible population.

3. Results

Imidacloprid resistance ratios of the populations are given in Table 1. The resistance ratios determined for imidacloprid in Sandikli 1, Sandikli 2, Sandikli 3, Suhut 1, Suhut 2, Suhut 3, Dinar, Central, Bolvadin, Emirdag populations were 3.96, 7.43, 11.33, 14.33, 27.31, 25.08, 9.12, 2.34, 7.46, 8.72-fold, respectively. It is showed that populations with slope > 2 are homogeneous and populations with <2 are heterogeneous (Yu, 2008). Accordingly, it is seen that the Sandikli 3, Suhut 1, Suhut 2, Suhut 3, and Bolvadin populations are more homogeneous. On the other hand, Sandikli 1, Sandikli 2, Dinar, Central, and Emirdag populations were determined to be more heterogeneous. As long as insecticide selection pressure take in heterogeneous pest populations, resistance development may increase more.

LD₅₀ values and resistance ratios determined against deltamethrin in the populations are given in Table 2. Resistance ratios determined for deltamethrin in Sandikli 1, Sandikli 2, Sandikli 3, Suhut 1, Suhut 2, Suhut 3, Dinar, Central, Bolvadin, Emirdag populations were 25.86, 36.50, 35.09, 60.11, 77.17, 72.82, 40.07, 9.41, 45.86, 56.59-fold, respectively. According to the slope values, the populations Suhut 1, Suhut 2, Suhut 3 and Bolvadin are homogeneous; and other populations are heterogeneous. As long as deltamethrin application continue take in populations collected from Sandikli, Dinar, Central, and Emirdag districts, resistance to deltamethrin in CPB populations may reach to higher levels of resistance.

4. Discussion

Colorado potato beetle is a major pest in potato production fields and is one of the most important factors limiting potato production (Bolter and Jongsma, 1995; Gruden et al., 1998). One of the factors, which makes it difficult to control of the CPB, is the insecticide resistance because it increases the production cost. Insecticide resistance is an important factor that limits the effectiveness of chemical control.

In this study, the resistance levels of deltamethrin were determined between 9.41-77.17-fold and imidacloprid resistance levels were 3.96-27.31-fold in CPB populations collected from Afyonkarahisar province by topical application. Also, this is the first study in terms of insecticide resistance of *Leptinotarsa decemlineata* in Afyonkarahisar province which is one of the important potato production areas of Turkey.

Daniella et al. (2017) classified insecticide resistance into three categories: low resistance ($R < 5$), medium resistance ($5 \leq R \leq 10$) and high resistance ($R > 10$). According to the scale, it is seen that high levels of deltamethrin resistance

in pest populations. The number of studies of insecticide resistance in CPB development in Turkey is very few, and the literature is out of date. Atak and Atak (1977), investigated the susceptibility of wintered and late summer

adults to the active ingredient azinphosmethyl, trichorphon, and propoxur; and they stated that the difference between 1974 and 1975 and it is not important.

Table 1. LD₅₀ values and resistance ratios of imidacloprid in *Leptinotarsa decemlineata*

Population	n*	Slope±SE	LD ₅₀ (mg a.i l ⁻¹) (95% CL)	R**
Sandikli 1	90	1.620 ± 0.389	21.17 15.21-30.14	3.96
Sandikli 2	90	1.820 ± 0.418	39.66 28.11-49.12	7.43
Sandikli 3	105	4.446 ± 1.005	60.49 50.45-72.15	11.33
Suhut 1	105	9.407 ± 2.922	76.51 58.78-89.12	14.33
Suhut 2	105	7.903 ± 2.288	145.81 124.75-160.11	27.31
Suhut 3	105	8.413 ± 2.288	133.93 111.98-152.56	25.08
Dinar	90	1.471 ± 0.399	51.89 39.99-60.46	9.12
Central	105	1.705 ± 0.359	12.5 7.45-15.65	2.34
Bolvadin	110	3.240 ± 0.819	39.86 25.14-48.23	7.46
Emirdag	90	1.610 ± 0.406	46.59 34.56-55.56	8.72
Susceptiblepopulation	105	1.489 ± 0.299	5.34 3.15-6.89	-

*: Total number of individuals

** : Resistanceratio

Table 2. LD₅₀ values and resistance ratios for deltamethrin of *Leptinotarsa decemlineata* populations.

Population	n*	Slope±SE	LD ₅₀ (mg a.i l ⁻¹) (95% CL)	R**
Sandikli 1	105	2.820±0.452	55.36 35.45-70.21	25.86
Sandikli 2	90	2.120±0.514	78.12 52.10-85.21	36.50
Sandikli 3	105	2.166±1.112	75.10 45.48-95.78	35.09
Suhut 1	105	7.103±2.881	128.65 95.14-158.78	60.11
Suhut 2	105	5.702±2.144	165.15 101.12-198.17	77.17
Suhut 3	90	6.741±2.122	155.85 98.21-185.85	72.82
Dinar	105	1.890±0.225	85.75 62.14-100.12	40.07
Central	105	1.912±0.233	20.15 10.98-28.12	9.41
Bolvadin	90	3.225±0.615	98.15 75.12-115.45	45.86
Emirdag	90	1.952±0.365	121.12 98.78-141.14	56.59
Susceptiblepopulation	105	1.489±0.299	2.14 1.12-4.45	-

*: Total number of individuals

** : Resistanceratio

In other study, Erdogan and Gurkan (1997), were investigated to azinphos-methyl and chlorpyrifos-ethyl

(organic phosphorus), cypermethrin and deltamethrin (pyrethroids), endosulfan (chlorinated hydrocarbons), and

carbofuran (carbamates) resistances in *Leptinotarsa decemlineata* populations collected from the provinces Bolu, Nevşehir, and Tekirdağ. The highest resistance level in this study was found to be 225.92, 58.83, 90.42 in deltamethrin for Bolu, Nevşehir, and Tekirdağ, respectively.

In the world, current studies are possible on insecticide resistance in CPB. This data can be useful for insecticide resistance management (IRM) strategies. Baker et al. (2007), between the years, 1999 - 2005 found imidacloprid resistance in CPB populations ranging between 6.8 - 22.9-fold. Zamosjka et al. (2011) determined deltamethrin resistance between 1.18 and 4.89-fold in *L. decemlineata* populations collected from Poland. Sladan et al. (2012) detected 1.0 - 645.3-fold bensultap, 1.0-60.0-fold cypermethrin, and 1.0 - 82.9-fold imidacloprid resistance in CPB populations in Serbia. Huseth and Groves (2013) determined imidacloprid resistance in CPB populations ranging from 0.3 - 79.02-fold. Baker et al. (2014) found imidacloprid resistance ranging from 7.6 - 71.0-fold in CPB populations in the USA. Clements et al. (2016) reported that the CPB populations had imidacloprid resistance between 1.84 and 27.03-fold. Crossley et al. (2018) determined the LD50 values of CPB populations collected from the USA. In our study, imidacloprid and deltamethrin resistance were determined in CPB populations similar to world literature.

Despite the widespread and effective use of imidacloprid until 2018 production season, the active ingredient was banned in open areas due to the damage to bees in Turkey since 24 December 2018 (Anonymous, 2019). Because the active ingredient was not banned during the production season, it is considered that it does not affect the validity of the study. At least in this study, imidacloprid resistance was generally determined in potato production areas of Afyonkarahisar province. If the imidacloprid wasn't banned, Adequate use of the correct insecticides is important for reducing production costs and environmental benefits. In addition, it is considered that the insecticide resistance studies should be extended in the reduction of pesticide costs which are a heavy burden on the national economy; the use of insecticides that are not yet lost susceptibility to pests and the rotation of insecticides which have different active ingredients will provide economic benefit. In this respect, it is thought that the reduction to use of deltamethrin, which was found to resistant in CPB populations, and the rotation with other active substance insecticides, will both provide financial contributions to producers and reduce negative effects on human and environmental health.

5. Acknowledgements

We would like to thank Dr. Ian Scott and Sophie Krolikowski from Agriculture and Agri-Food Canada for provide susceptible *Leptinotarsa decemlineata* population and Suleyman Demirel University, Scientific Research Projects Coordination Unit for financing this project with FYL-2018-6054.

6. References

- Alyokhin, A., Dively, G., Patterson, M., Castaldo, C., Rogers, D., Mahoney, M. and Wollam, J. (2007). Resistance and cross-resistance to imidacloprid and thiamethoxam in the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 63(1), 32-41.
- Anonymous (2019). Greenpeace [online]. Website <http://www.greenpeace.org> [accessed 15 07 2019].
- Atak, E. D. and Atak, U. (1977). Studies on resistance of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) against insecticides in Marmara Region. *Bitki Koruma Bülteni*, 17(1).
- Bai, D., Lummis, S. C., Leicht, W., Breer, H. and Sattelle, D. B. (1991). Actions of imidacloprid and a related nitromethylene on cholinergic receptors of an identified insect motor neurone. *Pesticide Science*, 33(2), 197-204.
- Baker, M. B., Alyokhin, A., Porter, A. H., Ferro, D. N., Dastur, S. R. and Galal, N. (2007). Persistence and inheritance of costs of resistance to imidacloprid in Colorado potato beetle. *Journal of economic entomology*, 100(6), 1871-1879.
- Baker, M., Hossain, K., Zabierek, K., Collie, K., Alyokhin, A., Mota-Sanchez, D. and Whalon, M. (2014). Geographic variation in cannibalism in Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) populations. *Environmental entomology*, 43(1), 102-109.
- Bolter, C. J. and Jongsma, M. A. (1995). Colorado potato beetles (*Leptinotarsa decemlineata*) adapt to proteinase inhibitors induced in potato leaves by methyl jasmonate. *Journal of Insect Physiology*, 41(12), 1071-1078.
- Bozdogan, H. and Bahadıröglü, C. (2014). Effect of various insecticide groups on some insects of Chrysopidae Schneider 1851 family. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2).
- Clements, J., Schoville, S., Peterson, N., Lan, Q. and Groves, R. L. (2016). Characterizing molecular mechanisms of imidacloprid resistance in select populations of *Leptinotarsa decemlineata* in the Central Sands region of Wisconsin. *PLoS One*, 11(1).
- Cox, D. L., Knight, A. L., Biddinger, D. J., Lasota, J. A., Pikounis, B., Hull, L. A. and Dybas, R. A. (1995). Toxicity and field efficacy of avermectins against codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) on apples. *Journal of economic entomology*, 88(3), 708-715.
- Crossley, M. S., Rondon, S. I. and Schoville, S. D. (2018). A Comparison of Resistance to Imidacloprid in Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) Populations Collected in the Northwest and Midwest US. *American Journal of Potato Research*, 95(5), 495-503.
- Goindin, D., Delannay, C., Gelas, A., Ramdini, C., Gaude, T., Faucon, F. and Fouque, F. (2017). Levels of insecticide resistance to deltamethrin, malathion, and temephos, and associated mechanisms in *Aedes aegypti* mosquitoes from the Guadeloupe and Saint Martin islands (French West Indies). *Infectious diseases of poverty*, 6(1), 38.
- Erdogan, C. and Gurkan, M. O. (1997). Investigations on the susceptibility of different populations of *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) to some insecticides. *Turkish Journal of Entomology*, 21(4).
- Gruden, K., Strukelj, B., Popovič, T., Lenarčič, B., Bevec, T., Brzin, J. and Jongsma, M. A. (1998). The cysteine protease activity of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) guts, which is insensitive to potato protease inhibitors, is inhibited by thyroglobulin type-1 domain inhibitors. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 28(8), 549-560.
- Huseth, A. S. and Groves, R. L. (2013). Effect of insecticide management history on emergence phenology and neonicotinoid resistance in *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of economic entomology*, 106(6), 2491-2505.
- IRAC (2019). Insecticide Resistance Action Committee [online]. Website <http://www.irac-online.org/modes-of-action/> [accessed 10 09 2019].
- Khambay, B. P. S. and Jewess, P. J. (2004). Pyrethroids. In: Gilbert LI, Iatrou K, Gill SS (editors). *Comprehensive Molecular Insect Science*. Oxford, England: Elsevier, pp. 1-29.
- Kumargal, D., Çomelekoglu, U. and Askin, A. (2012). Insecticide targeting ion channels. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(2).
- LeOras software. (1994). Polo-pc: A user's guide to probitor logit analysis. LeOras software, 28p. Berkeley, CA.
- Mansour, F., Azaizeh, H., Saad, B., Tadmor, Y., Abo-Moch, F. and Said, O. (2004). The potential of middle eastern flora as a source of

- newsafebio-acaricidecontrolTetranychuscinnabarinus, thecarminespider mite. *Phytoparasitica*, 32(1), 66-72.
- Nauen, R. andDenholm, I. (2005). Resistance of insectpeststoneicotinoidinsecticides: currentstatusandfutureprospects. *Archives of InsectBiochemistryand Physiology*, 58(4), 200-215.
- Pimentel, D.,Acquay, H., Biltonen, M., Rice, P., Silva, M., Nelson, J., ... &D'amore, M. (1992). Environmentalandeconomiccosts of pesticideuse. *BioScience*, 42(10), 750-760.
- Radcliffe, E. B. (1982). Insectpests of potato. *AnnualReview of Entomology*, 27, 173-204.
- Sladan, S.Miroslav, K.,Ivan, S., Snežana, J., Petar, K., Goran, T. andJevđović, R. (2012). Resistance of Colorado potato beetle(Coleoptera: Chrysomelidae) toneicotinoids, pyrethroidsandneristoxins in Serbia. *RomanianBiotechnologicalLetters*, 17(5), 7599-7609.
- Stanković, S.,Zabel, A., Kostic, M., Manojlovic, B. andRajkovic, S. (2004). Colorado potato beetle [Leptinotarsadecemlineata (Say)] resistancetoorganophosphatesandcarbarnates in Serbia. *Journal of PestScience*, 77(1), 11-15.
- Yu, S. J. (2008). *The toxicology and biochemistry of insecticides*. Boca Raton, USA. CRC Pres Taylor- Francis Group, 250 pp.
- Zamojska, J.,Węgorek, P. andMrówczyński, M. (2011). Changes in the Colorado potato beetle (LeptinotarsadecemlineataSay) susceptibilityleveltopyrethroidsandthepestresistancemechanismstod eltamethrin. *Journal of plantprotectionresearch*, 51(3), 294-299.
- Zhao, J. Z.,Bishop, B. A. andGrafius, E. J. (2000). Inheritanceandsynergism of resistancetoimidacloprid in the Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Journal of economicentomology*, 93(5), 1508-1514.



Farklı Besin ve Uçucu Yağların *Bombus terrestris*'in Yönelimine Etkisi¹

Yağmur ULU TÜRÜMEN¹ , İsmail KARACA^{1*} 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü – Isparta-Türkiye

*Sorumlu Yazar: ismailkaraca@isparta.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 17.12.2019

Kabul tarihi: 13.06.2020

Anahtar Kelimeler: *Bombus terrestris*,
cezbedici, olfaktometre

ÖZET

Yeryüzünde yetiştirilen bitkisel ürünlerin büyük bir bölümünün gelişmesi için tozlayıcı canlılara gereksinim duyulmaktadır. Tozlayıcılar arasında arılar en önemli grubu oluşturmaktadır. Bunlar içinde de gerek ticari olarak yetiştirilmesi gerekse doğada var olması nedeniyle bombus arıları dikkati çekmektedir. Söz konusu bombus arıları içinde *Bombus terrestris* günümüzde kitlesel ölçekte yıl boyu üretilmekte, ülkemiz de dahil olmak birçok ülkede ticari bir tozlaşma etmeni olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. *B. terrestris* başta domates olmak üzere serada yetiştirilen birçok ürünün tozlaşmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Arıların farklı besin ve kokulara değişik tepkiler verme özelliklerinden yararlanılarak onları istediğimiz yere yönlendirmek mümkün olabilir. Bu çalışmada *B. terrestris*'in farklı besin ve uçucu yağlara gösterdiği tepki ölçülmüştür. Bu amaçla *B. terrestris*'in besin olarak bal, polen, polen+bal ile uçucu yağlardan lavanta, biberiye, çam terebentin, zencefil, okaliptüs ve kekiğe yönelimi denenmiştir. Sonuç olarak, yapılan çalışmada *B. terrestris*'in besine yönelme yüzdeleri bal, polen, polen+bal için sırasıyla %16.20, %31.53 ve %15.34 olmuştur. Arıların %36.93 oranında en fazla kontrole yöneldiği saptanmıştır. *B. terrestris*'in uçucu yağlara yönelme yüzdeleri lavanta, biberiye, çam terebentin, ticari yağ, zencefil, okaliptüs ve kekik için sırasıyla %9.22, %5.27, %20.54, %11.72, %23.44, %9.75 ve %9.68 olmuştur. Kontrole yönelim ise %10.38 olarak saptanmıştır. Arıların ele alınan uçucu yağlardan en fazla zencefil tercih ettiği belirlenmiştir. .

Response to Different Foods and Essential Oils of *Bombus Terrestris*

ARTICLE INFO

Received: 17.12.2019

Accepted: 13.06.2020

Keywords: *Bombus terrestris*,
olfactometer, attractant

ABSTRACT

To develop a large part of the plant crops grown on the earth, pollinators are needed. Among pollinators, bees are the most important group. Bombus bees attract attention because of the fact that they have to be cultivated commercially. *B. terrestris*, which is used as a commercial pollination agent in many countries including our country, is widely used. *B. terrestris* is widely used for pollinating many products grown in the greenhouses, especially tomatoes. It may be possible to divert them to whatever we want, by utilizing the properties of different responses to different foods and volatiles. The aim of this study is to measure the responses of *B. terrestris* to different nutrients and essential oils. For this reason, *B. terrestris* has been tested with honey, pollen, pollen + honey, lavender, rosemary, pine turpentine, ginger, eucalyptus and oregano. As a result, response rates to honey, pollen, pollen + honey of *B. terrestris* were 16.20%, 31.53% and 15.34% respectively. 36.93% of bees tended towards control. Response rates to lavender, rosemary, pine turpentine, commercial oil, ginger, eucalyptus and thyme of *B. terrestris* were 9.22%, 5.27%, 20.54%, 11.72%, 23.44%, 9.75 and 9.68 respectively. 10.38% of bees tended towards control. The bees mostly preferred the ginger.

1. Giriş

Yeryüzünde yetiştirilen bitkisel ürünlerin büyük bir bölümünün gelişmesi için tozlayıcı canlılara gereksinim duyulmaktadır. Tozlayıcılar arasında arılar en önemli grubu oluşturmaktadır. Bunlar içinde de gerek ticari olarak yetiştirilmesi, gerekse doğada var olması nedeniyle bombus arıları dikkati çekmektedir. Doğal florada bulunan birçok bitkinin tozlaşmasının sağlanmasında bal arılarından sonra ikinci derecede rol oynayan ve 239 türü bulunan bombus arıları, dünyada 30'dan fazla ülkede ve 25 farklı kültür bitkisinde de tozlayıcı olarak kullanılmaktadır (Williams, 1998). Whittington and Winston (2003), nektar

ve polenin bombus arılarının beslenmesinde kullanılan temel gıda kaynağı olduğunu bildirmişlerdir. Yazarlar nektarın daha çok ergin bombus arıları tarafından kullanıldığını, polenin ise daha çok larva gelişmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Gürel ve Gösterit (2007), bombus arılarının 1987 yılından itibaren ticari olarak yetiştirildiğini ve başta domates olmak üzere biber, patlıcan, çilek gibi sera ve örtü altı yetiştiriciliğinde çok sayıda ürünün tozlaşmasında kullanıldığını bildirmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar *Bombus terrestris*'in tür ve alt türlerinin Avrupa doğal faunasında yaygın olarak bulunduğunu, koloni

¹ Bu çalışma yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

popülasyonunun büyük ve kitlesel üretiminin kolay olması gibi özelliklerinden dolayı ticari üretimde yaygın olarak tercih edildiğini vurgulamaktadırlar.

Gürel vd. (2011)'in belirttiğine göre, seralarda bulunan bombus kolonilerindeki işçi arıların zaman zaman sera dışına çıkıp daha çekici bitkilerden polen toplamaları da sera içindeki yuvada polen kaynağının çeşitlenmesine yol açmaktadır. İlkbaharda sera içinde bazı kolonilerin çok iyi gelişmesinde bu polen kaynaklarının da etkisi bulunmaktadır. Ancak, çok az bitkinin çiçek açtığı veya bir dekardan küçük seralara bombus kolonileri yerleştirildiğinde koloninin polen gereksiniminin yeterince karşılanamamasından dolayı koloni gelişimi olumsuz etkilenmektedir. Ortaya çıkan bu olumsuzluklar nedeniyle, araştırmayı yapan yazarlar seralara yerleştirilen bombus kutularının içine 1,5–2 litre şeker şurup tankının konduğunu ve bu şurubun iki ay süresince koloninin ihtiyacını karşıladığını, ancak kolonilerde depo şurubunun bitmesinin koloninin kısa sürede zayıflamasına ve ölmesine yol açtığını, bundan dolayı kovadaki şurup tankının kontrol edilerek gerekli ilavelerin yapılması gerektiğini bildirmektedirler. Yazarlar ayrıca patlıcan ve biber seralarına yerleştirilen bombus arılarının domates seralarına yerleştirilenlere göre daha büyük popülasyonlara ulaşabildiğini belirtmektedirler.

Ayrıca Ceuppens et al. (2015), yapmış oldukları çalışmalarda farklı çilek çeşitlerinin B. terrestris'i çekmede farklı etkilere sahip olduğunu saptamışlardır. Yazarlar bu farklılığı çilek çeşitlerinin sahip olduğu kokuların miktarına ve farklılığına bağlamaktadırlar. Nitekim Kunze and Gumbert (2001), çiçekli bitkilerin morfolojik yapılarından ziyade içerdikleri kokuların daha etkili olduğunu vurgulamaktadırlar. Bu çerçevede özellikle pek çok bitkinin uçucu yağ bileşenlerinin yararlı böcekleri cezbederek tozlaşmaya yardımcı olduğu ve bitki savunma sistemini zararlılara karşı güçlendirdiği konusunda çalışmalar mevcuttur (Grodnitzky and Coats, 2002; Kim et al., 2003).

Bugüne kadar özellikle uçucu yağlar ile yapılan çalışmalar, bu ürünlerin daha çok zararlıların popülasyonunu azaltmaya yönelik olarak kullanımını içermektedir (Saxena and Koul, 1978; Mansour et al., 1986; Singh et al., 1989; Shukla et al., 1989; Mwangi et al., 1992; Shaaya et al., 1993; Singh and Upadhyay, 1993; Schmitt, 1994; Ndungu et al., 1995; Regnault-Roger, 1997; Shaaya et al., 1997; Aslan vd., 2004).

Bombus arılarına farklı besin ve uçucu yağların etkisi ile ilgili çalışmalar sınırlı kalmıştır.

Yukarıda verilen çalışmalardaki yazarların ileri sürdükleri savlar nedeniyle B. terrestris'in, arılarının gelişiminde rol

oynayan besinlerden bal, polen, polen+ bal karışımı ile uçucu yağlardan lavanta, biberiye, çam terebentin, zencefil, okaliptüs ve kekiğe yönelimi bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmanın ana materyalini Koppert Türkiye firmasından sağlanan B. terrestris kovanları ve farklı besinler (polen, bal ve polen + bal) ile Botalife firmasından temin edilen uçucu yağlar (Şekil 1) oluşturmaktadır. Denemelerde ayrıca 4 kola sahip cam malzemeden oluşan olfaktometre kullanılmıştır (Şekil 1). Çalışmalar besin ve koku denemeleri olmak üzere iki farklı aşamada yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan besinler ve uçucu yağlar Çizelge 1'de verilmiştir. Kontrol uygulamasında saf su kullanılmıştır.

Çizelge 1. Denemelerde kullanılan besin ve uçucu yağlar*
Table 1. Foods and essential oils used in trials.

Besin / Uçucu yağ	Kullanılan Miktar
Polen	4 gr
Bal	4 gr
Polen + Bal	2 gr + 2 gr
Lavanta	5 ml
Biberiye	5 ml
Çam terebentin	5 ml
Zencefil	5 ml
Okaliptüs	5 ml
Kekik	5 ml
Kontrol	5 ml

* Uçucu yağların dozları 100 ml suya 1 ml gelecek şekilde ayarlanmıştır

2.1. Besine yönelim çalışmaları

Bu çalışmada kovanlar arıların daha sakin kalmasını sağlamak amacıyla önce kırmızı ışık altında açılmıştır. Arılar kırmızı ışıklı ortamda 5'erli gruplar halinde ayrı ayrı falkon tüplerine alınmıştır. Bu falkon tüpleri olfaktometrede kullanılmak üzere ayrılmıştır.

Dört koldan oluşan olfaktometrenin 3 kolundan her birine bal, polen, polen+bal karışımları Çizelge 1'de verilen miktarlarda pamuk üzerine aktararak yerleştirilmiştir. Olfaktometrenin 4. kolu ise kontrol amacıyla boş bırakılmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak kurulmuş, ancak her tekerrürde besinlerin kollardaki yeri değiştirilmiştir. Bu şekilde her bir besin 72 kez kullanılmıştır. Pamuğa emdirilmiş besinler ve boş pamuk ucu hava geçişini sağlayacak şekilde delikler bulunan falkon tüplerine aktarılmıştır. Bu falkon tüpleri olfaktometrenin kollarına parafilm yardımı ile monte edilmiştir.



Şekil 1. Denemelerde kullanılan uçucu yağlar.
Figure 1. Essential oils used in trials.



Şekil 2. Denemelerde kullanılan dört kola sahip olfaktometreler.
Figure 2. Olfactometers with four-arm used in trials.

Karanlık odada bekletilen ve içerisinde 50-60 arı bulunan kovanlarda iki saat boyunca aç bırakılan ve kırmızı ışık altında 5'erli gruplar içeren falkon tüpleri olfaktometrelerin ana giriş kollarına yine bir parafilm yardımı ile ayrı ayrı monte edilmiştir. Her bir tekrür yarım saat boyunca gözlenmiş ve bu süre boyunca arıların besinleri ziyaret sayıları kaydedilmiştir. Bu sayılarda arıların besinli falkon tüplerinin bulunduğu kolları işaretli kırmızı çizgiyi (10 cm) geçenler esas alınmıştır.

2.2. Uçucu yağlara yönelim çalışmaları

Bu bölümde de besine yönelim çalışmalarında olduğu gibi olfaktometrenin kollarına pamuğa emdirilmiş uçucu yağlar yerleştirilmiştir. Çizelge 1'de verilen uçucu yağlar %1 dozunda hazırlanarak, yine çizelgede görüldüğü gibi her bir bölümde bulunan falkon tüpleri içerisindeki pamuk parçalarına 5'er ml olarak verilmiştir. Yukarıda besine yönelim çalışmaları bölümündeki denemelerde olduğu gibi olfaktometrenin bir kolu her defasında kontrol amacıyla boş bırakılmıştır. Bu denemeler de 3 tekrürlü olarak kurulmuş olup, yine uçucu yağların yerleri her denemede

değiştirilerek kombinasyonlar oluşturulmuştur. Bu çalışmalara ilave olarak tüm uçucu yağlar ayrı ayrı denemeye alınmıştır. Bunun için yine olfaktometrenin ortada kalan kolları kapatılmış, boşta kalan bir ucuna bir uçucu yağ yerleştirilirken diğer ucu kontrol olarak boş bırakılmıştır. Bu şekilde her bir uçucu yağ tek başına değerlendirilmeye alınmıştır.

Bu denemelerde de olfaktometrelerin ana giriş koluna 5'erli arı içeren falkon tüpleri monte edilmiştir. Buradan hareket eden ve kırmızı çizgiyi geçen arılar yönedikleri kokulara bağlı olarak kaydedilmiştir.

Yukarıda sözü edilen denemelerde kullanılan olfaktometreler her bir tekrürden sonra sıcak su ve alkol ile temizlenerek steril hale getirilmiştir.

2.3. Denemelerin değerlendirilmesi

Yapılan çalışmalarda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde MS Excel, JMP (Ver. 8) programlarından yararlanılmıştır. Ortalamaların

karşılaştırılmasında ise Tukey çoklu karşılaştırma testi ($p \leq 0.05$) kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Denemeler sonucunda *B. terrestris* bireylerinin besine ve uçucu yağlara yönelmeleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

3.1. Besine yönelme

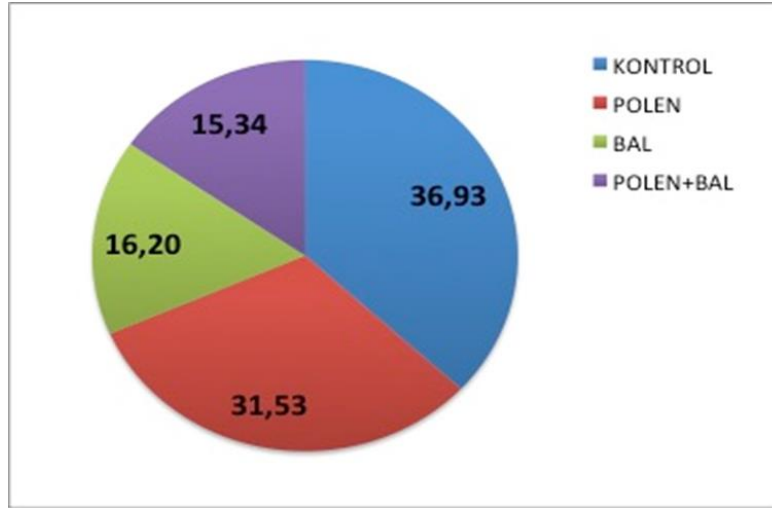
Materyal ve yöntemde açıklandığı gibi, olfaktometrenin 3 koluna besin konulup, bir kolu kontrol olarak boş bırakılmıştır. Ancak bu uygulamalarda değişik kombinasyonlar oluşturulmuştur. Örneğin kontrol, bal, ballı polen ve polen bir kombinasyonu oluştururken, ikinci kombinasyonda bal, kontrol, ballı polen ve polen şeklinde oluşturulmuştur. Bu şekilde 24 farklı kombinasyon oluşturulmuştur. Denemeler sonucunda arıların besinlere yönelme sayıları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. *Bombus terrestris*’in besinlere yönelimi
Table 2. Response to foods of *Bombus terrestris*.

Besin	Ziyaret sayısı
Polen	36.71 ± 8.61 ab*
Bal	18.85 ± 1.33 b
Polen + Bal	17.85 ± 1.03 b
Kontrol	43.00 ± 7.05 a

*Sütun yukarıdan aşağıya incelendiğinde, aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark Tukey ($P < 0.05$) testine göre önemli değildir.

Yapılan istatistik analiz sonucunda arılar hiç besin bulunmayan kontrol grubunu daha fazla sayıda ziyaret etmişlerdir. İstatistik olarak kontrol ile aynı grupta olan polene ziyaret ikinci sırada yer almıştır. İstatistik olarak ayrı bir grubu oluşturan bal ve ballı polen bulunan besinlere ise arıların yönelimi en az olmuştur. Bu yönelim yüzde olarak Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. *Bombus terrestris*’in besinlere yönelme oranları (%).
Figure 3. Response rates (%) to foods of *Bombus terrestris*.

3.2. Kokulara yönelme

Bombus arılarının kokulara yönelme çalışmaları iki farklı şekilde yürütülmüştür.

İlk çalışmada olfaktometrenin iki kolu aktif olarak kullanılmıştır. Bir koluna koku konulup, bir kolu kontrol olarak boş bırakılmıştır. Bu deneme sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde, kontrol ile ele alınan maddelere *B. terrestris*’in yöneliminde farklılıklar görülmektedir. İstatistik olarak incelendiğinde *B. terrestris*’in zencefile

yönelmesi kontrole göre daha fazla olmuş ve aralarındaki fark önemli bulunmuştur. Diğer uçucu yağlara yönelim incelendiğinde tümü kontrol ile istatistik olarak aynı grupta yer almıştır. Buradan da anlaşılacağı gibi *B. terrestris* sadece zencefile yönelim göstermiştir. Ayrıca arılar çam terebentinden uzaklaşmış olup, çam terebentine yönelim istatistiksel olarak kontrolden farklı bulunmuştur.

İkinci aşamada ise yağlar bir arada kontrol ile birlikte 4’lü kombinasyonlar halinde kullanılarak *B. terrestris*’e etkileri incelenmiş ve bununla ilgili sonuçlar Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 3. *Bombus terrestris*’in kokulara yönelimi
Table 3. Response to volatiles of *Bombus terrestris*.

Koku X Kontrol	Koku	Kontrol
Lavanta X Kontrol	16.2 ± 6.93 a	14.0 ± 6.58 a
Zencefil X Kontrol	46.50 ± 2.46 a	31.50 ± 2.46 b
Çam terebentin X Kontrol	13.33 ± 5.42 b	31.00 ± 5.42 a
Okaliptüs X Kontrol	11.50 ± 6.86 a	11.25 ± 6.86 a
Kekik X Kontrol	21.50 ± 2.68 a	23.00 ± 2.68 a
Biberiye X Kontrol	4.75 ± 0.47 a	4.75 ± 0.47 a

*Satırlar yatay olarak incelendiğinde aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark Tukey ($P < 0.05$) testine göre önemli değildir.

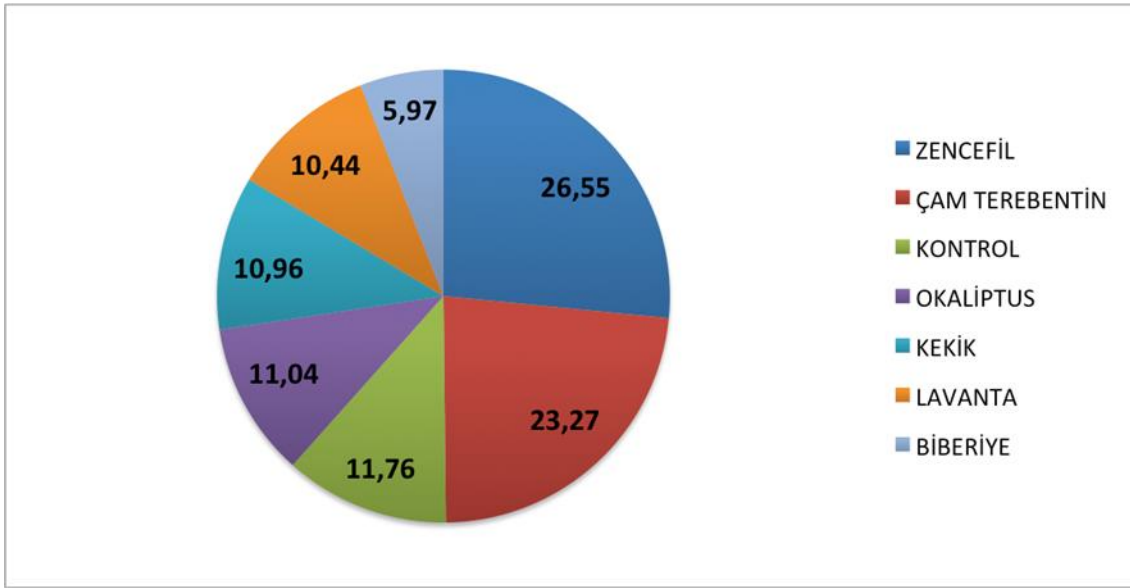
Çizelge 4. *Bombus terrestris*'in uçucu yağların kombinasyonlarına yönelme sayıları
Table 4. Response to combinations of essential oils of *Bombus terrestris*.

Uçucu yağ	Yönelme sayıları
Lavanta	11.66 ± 5.23 ab*
Biberiye	6.66 ± 1.91 b
Çam terebentin	26.0 ± 7.04 ab
Zencefil	29.66 ± 5.59 a
Okalıptüs	12.33 ± 2.75 ab
Kekik	12.25 ± 6.51 ab
Kontrol	13.13 ± 1.55 b

* Sütun yukarıdan aşağıya incelendiğinde aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark Tukey (P<0.05) testine göre önemli değildir.

Çizelge 4 incelendiğinde kullanılan maddelerin *B. terrestris*'e etkileri arasında farklılıklar görülmektedir. Çizelgede de görüldüğü gibi biberiye ve kontrol aynı grupta yer alırken *B. terrestris* lavanta, çam terebentin, okalıptüs ve kekiğe orta düzeyde yönelme göstermiştir. Ele alınan uçucu yağlardan zencefil ise Çizelge 4'de de verildiği gibi *B. terrestris*'i en fazla cezbeden madde olarak belirlenmiştir. Bu yönelmenin yüzde dağılımı Şekil 4'de verilmiştir.

Ancak yeryüzünde bulunan bitki çeşitliliği göz önüne alındığında bu tür çalışmaların artan ivme ile sürdürülmesi hatta farklı bitki özleri ve uçucu yağların karışımlarının da denenmesi gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 4. *Bombus terrestris*'in uçucu yağlara yönelme oranları (%).
Figure 4. Response rates (%) to essential oils of *Bombus terrestris*.

4. Sonuç

Bombus arılarına besinlerin ile ilgili çalışmalar sınırlı kalmıştır. Bu çalışmada da *Bombus terrestris*'in ele alınan besinlere bir yönelimi belirlenememiştir.

Williams and Christian (1991), İngiltere'de yapmış oldukları gözlemlerde arılar için cezbedici bitki olan fazelya (*Phacelia tanacetifolia*)'nın arılar açısından değerini belirlemiştir. Çiçeklenme süresi içerisinde, bombus ve bal arıları erken temmuzdan geç ekime kadar fazelya bitkisini ziyaret etmişlerdir. Bu çalışmada bombus arısının 8 türü (*Bombus terrestris*, *B. lucorum*, *B. pascuorum*, *B. lapidarius*, *B. ruderarius*, *B. hortorum*, *B. pratorum* ve *Psithyrus vestalis*) saptanmıştır. Tozlayıcı arıların çiçek ziyaretlerinin nedeni polen toplamaktan çok nektar toplamak amaçlı olduğu belirlenmiştir. Bu şekilde *Phacelia tanacetifolia*, ekimi yapılan ve korunan alanlarda arılar için önemli bir besin kaynağı olduğu görüşüne varılmıştır. Aynı şekilde Rasmont et al. (2005), *B. terrestris* tarafından tüketilen *Arbutus unedo* L. bitkisinin Fransa'da *B. terrestris*'in sonbahar popülasyonları için önemli bir besin kaynağı olduğu bildirilmiştir.

Sağlam ve Gösterit (2015), yaptıkları çalışmada soya unu ve süt tozu içeren polenin *Bombus terrestris*'e faydasını

belirlemek amacıyla farklı dozlarda hazırladıkları besinleri denemişlerdir. Sonuç olarak polene soya unu ve süt tozu ilave edilmesinin ana arıların koloni oluşturma başarısını ve koloni gelişimini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Süt tozu ilave edilen polen ile beslenen gruplarda yüksek oranda ana arı ölümleri oluşmuş ve süt tozu oranının artması ana arıların ölüm oranının artmasına neden olmuştur.

Bu çalışma kokuya yönelme açısından ele alındığında *B. terrestris*'in en fazla zencefile yönelirken lavanta, çam terebentin, okalıptüs ve kekiğe orta düzeyde yönelme göstermiştir. Biberiye ise kontrolden farklı bir etki göstermemiştir. *B. terrestris*'in kokulara yönelimi ile ilgili bir çalışma bulunmamakla birlikte, Arpaia et al., (2011)'nin yapmış oldukları çalışmada, *B. terrestris*'in genetik olarak modifiye edilmiş patlıcan bitkisinin çiçeklerini, normal patlıcan çiçeklerine göre daha fazla ziyaret ettiğini belirlemiştir. Araştırmacılar gaz kromatografisi ile yaptıkları analizlerde modifiye bitkide 5 bileşiğin (a-pinene, a-methyl styrene, d-2-carene, methyl salicylate ve Z-jasmone) daha yüksek oranda bulunduğunu saptamışlardır.

Yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuca göre seralarda arıları cezbetmek için zencefilin kullanılabilirliği söylenebilir.

5. Teşekkür

Bu çalışmaya 4700-YL1-16 No'lu Proje numarası ile destek veren Süleyman Demirel Üniversitesi, Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

6. Kaynaklar

- Arpaia, S., De Cristofaro, A., Guerrieri, E., Bossi, B., Cellini, F., Di Leo, G.M., Germinara, G.S., Iodice, L., Maffei, M.E., Petrozza, A., Sasso, R. ve Vitagliano, S. (2011). Foraging activity of bumblebees (*Bombus terrestris* L.) on Bt-expressing eggplants. *Arthropod-Plant Interactions*, DOI 10.1007/s11829-011-9144-5
- Aslan, İ., Özbek, H., Çalmaşur, Ö., Şahin, F. (2004). Toxicity of Essential Oil Vapours to Two Greenhouse Pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Industrial Crops and Products*, 19(2), 167-173.
- Ceuppens, B., Ameye, M., Langenhoeve, H., Roldán-Ruiz, I., Smagghe, G. (2015). Characterization of Volatiles in Strawberry Varieties 'Elsanta' and 'Sonata' and Their Effect on Bumble Bee Flower Visiting. *Arthropod-Plant Interactions*, 9, 281-287.
- Grodnitzky, J.A. and Coats, J.R. (2002). QSAR evaluation of monoterpenoids' insecticidal activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(16), 4576-80.
- Gürel, F., Gösterit A., Argun Karanlı, B. (2011). Sera Koşullarının *Bombus terrestris* L. Kolonilerinin Tozlaşma Performansına Etkileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 28(1), 47-55.
- Gürel, F. ve Gösterit, A. (2007). *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) Arısının Yıl Boyu Kitlemel Üretiminde Uygulanan Teknikler ve Karşılaşılan Sorunlar. V. Ulusal Bilim Kongresi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 5-8 Eylül Van, s: 1-10.
- Kunze, J. and Gumbert, A. (2001). The Combined Effect of Color and Odor on Flower Choice Behavior of Bumble Bees in Flower Mimicry Systems. *Behavioral Ecology*, 12(4), 447-456.
- Mansour, F., Ravid, U., Putievsky, E. (1986). Studies on the Effects of Essential Oils Isolated from 14 Species of Labiatae on the Carmine Spider Mite *Tetranychus cinnabarinus*. *Phytoparasitica*, 14, 137-142.
- Mwangi, J.W., Addae-Mensah, I., Muriuki, G., Munavu, R., Lwande W., Hassanali, A. (1992). Essential Oils of *Lippia* Species in Kenya. IV: Maize Weevil (*Sitophilus zeamais*) Repellency and Larvicidal Activity. *International Pharmacognosy*, 30(1), 9-16.
- Ndungu, M., Lwande, W., Hassanali, A. Moreka, L., Chhabra, S.C. (1995). *Cleome monophylla* Essential Oil and Its Constituents as Tick (*Rhipicephalus appendiculatus*) and Maize Weevil (*Sitophilus zeamais*) Repellents. *Entomology Experimentalis et Applicata*, 76, 271-222.
- Rasmont, P., Regali, A., Ings, T.C., Logna, G., Baudart, E., Marlier, M., Delcarte, E., Viville, P., Marot, C., Falmagne, P., Verhaeghe, J.C., Chittka, L. (2005). Analysis of Pollen and Nectar of *Arbutus unedo* as a Food Source for *Bombus terrestris* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*, 98(3), 656-663.
- Regnault-Roger, C. (1997). The potential of botanical essential oils for insect pest control. *Integrated Pest Management Reviews*, 2, 25-34
- Saxena, B.P. and Koul, O. (1978). Utilisation of Essential Oils for Insect Control. *Indian Perfumer*, 22, 139-149.
- Sağlam, Ş. ve Gösterit, A. (2015). *Bombus* Arısında (*Bombus terrestris* L.) Soya Unu ve Süt Tozu İçeren Polenin Yarayışlılığının Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 90-96.
- Schmitt, A. (1994). Plant Extracts as Pest and Disease Control Agents. *Proceedings of the International Meeting*. 2-3 June, 264- 272
- Shaaya, E., Ravid, U., Paster, Kostjukovsky, N., Menasherov, M., Plotkin, S. (1993). Essential Oils and Their Components as Active Fumigants Against Several Species of Stored Product Insects and Fungi. *Acta Horticulturae, International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants*, 344, 131-137.
- Shaaya, E., Kostjukovski, M., Eilberg, J., Sukprakarn, C. (1997). Plant Oils as Fumigants and Contact Insecticides for the Control of Stored Product Insects. *Journal of Stored Products Research*, 33, 7-15
- Shukla, H.S., Upadhyay, P.D., Tripathi, S.C. (1989). Insect Repellent Property of Essential Oils of *Foeniculum vulgare*, *Pimpinella anisum* and *Anethole*. *Pesticides*, 23, 33-35.
- Singh, D., Siddiqui, M.S., Sharma, S. (1989). Reproduction Retardant and Fumigant Properties in Essential Oils Against Rice Weevil (*Col.: Curculionidae*) in Stored Wheat. *Journal of Economic Entomology*, 82, 727-733.
- Singh, G. and Upadhyay, R.K. (1993). Essential Oils: A Potent Source of Natural Pesticides. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 52, 676-683.
- Whittington, R. and Winston, M.L. (2003). Are Bumble Bee Colonies in Tomato Greenhouses Obtaining Adequate Nutrition? *Canadian Entomology*, 135, 883-892.
- Williams, H.W. and Christian, D.G. (1991). Observations on *Phacelia tanacetifolia* Benth (Hydrophyllaceae) as a Good Plant for Honey Bees and Bumble Bees. *Journal of Apiculture Research*, 30(1), 3-12.
- Williams, P.H. (1998). An Annotated Checklist of Bumble Bees with an Analysis of Patterns of Description (Hymenoptera: Apidae, Bombini). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, 67, 79-152.



Sorunlu Gelişim Gösteren Bitkilerin İnsansız Hava Araçları (İHA) İle Belirlenmesi

Sinan DEMİR^{1*}, Levent BAŞAYIĞIT¹

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü – Isparta-Türkiye

*Sorumlu Yazar: demirsinan.07@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 31.12.2019

Kabul tarihi: 04.02.2020

Anahtar Kelimeler: İHA,

Sürdürülebilir Tarım, Tarımsal Dron,

Sensör, VI, NDVI, TGI

ÖZET

Günümüzde tarımsal üretimin ihtiyacı olarak ortaya çıkan çevre odaklı yaklaşımlar İnsansız Hava Araçlarının (İHA) bu amaçlara yönelik kullanımını hızla artırmıştır. İHA'lar öncelikle tarımsal üretim için gerekli verilerin sağlanmasında iyi bir araç olmuştur. Ardından diğer teknolojik ürünler ile birlikte bazı tarımsal üretim faaliyetlerinde doğrudan kullanım alanı bulmuştur.

Bu çalışmada, tarımsal üretime veri sağlamada tarım dronu ve multispektral algılama kameralarının kullanımına ait bir örnek yer almaktadır. Bu amaçla dron ve kameralar ile elde edilen görüntülerden bitkilerin sağlık durumlarının belirlenmesine yönelik uygulama yapılmıştır.

Farklı bitki desenlerinin yer aldığı ISUBÜ Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yürütülen çalışmada seçilen test alanı için yüksek mekânsal doğrulukta (RMSE<0.30 m) görüntülerin üretimi mümkün olmuştur. Bu görüntülerde yapılan NDVI (Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) ve TGI (Üçgen Yeşillik İndeksi) ayrımları ile sağlıklı bitkilerin büyük doğrulukla ayırtıldığı ve acil müdahale gerektiren sorunlu alanların arazi başında belirlenebildiği sonucuna varılmıştır.

Çalışmanın, İyi Tarım Uygulamaları, Akıllı Tarım ve Tarım 4.0 uygulamalarında veri sağlama yöntemi olarak kullanıma ve geliştirilme potansiyeli olduğu sonucuna varılmıştır.

Determination of Demonstrating Problematic Growth of Plants with Use Unmanned Air Vehicle (UAVs)

ARTICLE INFO

Received: 31.12.2019

Accepted: 04.02.2020

Keywords: UAVs, Sustainable

Agriculture, Agricultural Drone,

Sensor, VI, NDVI, TGI

ABSTRACT

Environment-oriented approaches that emerged as the need for agricultural production have increased the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for these purposes. Firstly, UAVs were used as a good tool for providing the necessary data for agricultural management. Afterward, it was used for agricultural activities along with other technological products.

In this study, there was an example of the use of agricultural drones and multispectral sensors to provide data for agricultural production. For this purpose, an approach was set up to determine the health status of plants using images obtained from drones and sensors.

The research was carried out in the Education, Research and Application Farm of Agriculture Faculty, ISUBÜ. The farm included different land used/canopy cover types. In the process, the high spatial accuracy (RMSE <0.30 m) images were taken from the plants for the test plots. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and TGI (Triangular Greenness Index) index were made in these images to distinguish. As a result of the study, it was determined that healthy plants were distinguished with great accuracy. It was concluded that problematic areas requiring urgent intervention could be identified at the beginning of the land.

It was found that the study has the potential to be developed as a method of providing data in production systems require for Good Agricultural Practices (GAP), Smart Agriculture and Agriculture 4.0.

1. Giriş

Dünya nüfusunun 2050 yılında 9.6 milyar seviyesine ulaşması beklenmektedir. Bu durum tarımsal üretimin %70- 100 oranında artırılması gerektiği anlamına gelmektedir. Dünya gıda ihtiyacını karşılamadaki zorluklar göz önüne alındığında, tarımsal üretimde üretken ve kaynak verimli sürdürülebilir üretim sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Borlaug, 2019). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA), Avrupa Tarım Endüstrisi (AIE) ve gelişmekte olan ülkelerdeki tarım kurum ve kuruluşları mevcut tarımsal üretimin öneminin

giderek artacağından dolayı sürdürülebilir tarımsal üretim modelleri benimsemek için çalışmalarına devam etmektedir (Wu et al., 2019). Ayrıca tarım sektöründeki sivil kuruluşlar tarımsal üretimdeki teknolojinin entegrasyonu üzerine çalışmalarını sürdürmektedir. Tarım ve teknolojik gelişmelerin birleştirilerek uygulanması ile tarımsal üretimdeki istenilen sürdürülebilir artışın sağlanabileceği gerçeği, her geçen gün önemini arttırmaktadır (Ray, 2017).

Uzun yıllardır askeri amaçlar için kullanılan İnsansız Hava Araçlarının (İHA) sivil kullanımının artması tarımsal üretimdeki kilit problemleri çözüme noktasında önemli bir

rol oynamaktadır. İnsansız hava araçları verimliliği arttırma ve gıda güvenliğini arttırma yetenekleriyle tüm üreticiler için önemli bir araç haline gelmiştir (Rango et al., 2009; Labiberte et al., 2010; Wolfert et al., 2017; Morton et al., 2019; Bacco et al., 2019).

İnsansız hava aracı son derece yüksek irtifalarda uçabilen ve çeşitli navigasyon sistemleri veya görünür (RGB), kızılötesi (NIR), termal sensörler gibi kayıt cihazları taşıyan küçük ve hafif hava araçlarına denilmektedir (Rufino and Moccia, 2005; Gade and Moeslund, 2014). Çeşitli sensörlerin kullanılması ile tarımsal üretim yapılan alanların yüksek çözünürlüklü ve düşük maliyetli görüntülerini yakalama yeteneklerinden dolayı, tarımsal amaçlı kullanım için birçok avantaj sunmaktadır. İnsansız hava araçları içerisinde en yaygın bilinen dronlardır (Turner et al., 2014).

Dronlar, tarım arazisinde bitki sağlığını belirlemek, bitkileri kayıt etmek, çiftlik varlık bilgilerini toplamak, mahsulün hastalık ve zararını değerlendirmek ve toprak nemi içeriğini belirlemek gibi birçok bilginin temini için kullanılmaktadır (Başayığıt et al., 2009; Demir and Başayığıt, 2019). Bu amaçla dron platformlarındaki kameralar ve sensörler ile havadan görüntü elde edilmekte (Cai et al., 2010; Xiongkui et al., 2017) görüntüler işlenerek (Ojha et al., 2015; Lakhiar et al., 2018; Farooq et al., 2019) toprak durumu, bitki sağlığı, gübre ve böcek ilacı etkisi, sulama ve mahsul verimi gibi değişkenler hakkında bilgi üretebilmektedir. Böylece saha koşullarında gelişmiş teşhislerin ve hızlı müdahalenin yapılmasını sağlayan entegre teknolojik çözümler geliştirilmektedir.

Dronların tarımsal takip/izleme amaçlı kullanımlarının son yıllarda büyük ilgi görmesi, uydu teknolojisine kıyasla sağladığı bazı avantajlarından kaynaklanmaktadır. Alışıl gelmiş hava araştırmalarından ayrı olarak ortaya çıkan düşük maliyet ve alınabilme hususlarının yanı sıra, dronlar, "talep üzerine" bir frekansta, bulut örtüsünün altında görüntüleme yapabilmektedir. Ayrıca, daha yüksek mekânsal çözünürlüklü görüntü alarak, yüksek detaylı veri toplanmasında mümkün kılmaktadır. Uydudan farklı olarak, dronlar çiftçilere tarım alanlarını kuş bakışı izleme imkânı sunmaktadır. Dronlar araziye daha yakın uçuş yapabilmeleri sayesinde, tarladaki mahsule zarar vermeden veri alınmasında daha fazla hassasiyet sağlamaktadır. Bu nedenle potansiyel olarak sürdürülebilir tarım sistemlerinde çok daha etkili ve yaygın olarak kullanımı

tercih edilmektedir (Zhang and Kovacs, 2012; Tripicchio et al., 2015). Dronun yakaladığı yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler, bitki hastalıklarının tahmini, lokal zararlı istilası ve toprak nemi tayini için mevcut uydu görüntülerine cevap olarak daha çok önem arz etmektedir. Bu yüksek çözünürlüklü görüntülerden bitkilerin su içeriğini ve su tüketimini analiz etmek, ilk zararlı kaynaklarını bulmak, ekonomik zarar eşiğine gelmeden müdahale etmek ve daha sonraki bitki besleme ve bitki koruma önlemlerini almak mümkün olmaktadır (Shamshiri et al., 2018; Thenkabail et al., 2018; Sabtu et al., 2018; Panagiotidis et al., 2019; Solaiman and Salaheen, 2019). Bu çalışmada dronların bitki sağlığını belirlemede kullanımına ait bir örnek yer almaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma alanı

Çalışma ISUBU Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği içerisindeki araştırma parselleri içerisinde yürütülmüştür. Uygulama çiftliği Isparta-Burdur Karayolunun doğusunda, üniversite yerleşim birimleri ile Isparta Mensucat fabrikası arasında, Göller Bölgesi Teknokent ile Ziraat Fakültesi arasında kalan alanda yer almaktadır (Şekil 1). Mevcut uygulama arazisinde tarımsal üretim için sulu tarım ve kuru tarım alanları bulunmakta, geniş bir ürün deseninde uygulama ve araştırma amaçlı üretim gerçekleştirilmektedir. Çalışma alanının, uzun yıllar ortalama yıllık sıcaklığı 12,2 °C, uzun yıllar ortalama en yüksek sıcaklık 18,4 °C, uzun yıllar ortalama en düşük sıcaklık 6,1 °C, uzun yıllar ortalama yıllık güneşlenme süresi 84,9 saat ve yıllık toplam yağış miktarı 564.8 mm'dir. 50 cm toprak derinliğinde yıllık ortalama sıcaklık 13,8 °C, en düşük toprak sıcaklığı 3.3 °C ile Şubat ayında, en yüksek toprak sıcaklığı ise 25,0 °C Ağustos ayında gerçekleşmektedir (MGM, 2019).

Çalışma alanı içerisinde şeker pancarı, patates, mısır, tıbbi ve aromatik bitki parselleri ve silajlık mısır ve elma anaç üretim parselleri yer almıştır. Çiftlikte su ihtiyacı kapalı sulama sistemi ile damlama ve yağmurlama sulama şeklinde karşılanmaktadır.

Çalışma alanında Ziraat Fakültesi bölümlerinin ihtiyaçları doğrultusunda üretim deseni oluşturulmuştur. Ayrıca iklimlendirme seraları ve üretim yüksek, alçak plastik ve cam seralarda sebze üretimi yapılmaktadır.



Şekil 1. Çalışma Alanı
Figure 1. Study Area

2.2. İnsansız hava aracı (İHA) ve kameralar

Çalışmada kullanılan İHA platformu, ISUBÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri laboratuvarı envanterine 2017 yılında dâhil edilen DJI Phantom 4 Pro Quadcopter markalıdır (Çizelge 1). Bu dron SHGM

sisteminde kayıtlı ve Türk Hava Sahası içerisinde kullanılmaktadır.

Çalışmada İHA platformu üzerine CMOS ve Sentera Double 4K Multispektral sensörleri kullanılmıştır (DJI, 2019; Sentera, 2019). Çizelge 2’de sensörlere ait teknik özellikleri verilmiştir.

Çizelge 1. DJI Phantom 4 Pro Dron Özellikleri

Table 1. DJI Phantom 4 Pro Drone Features

Genel Özellikleri		Fiziksel Özellikleri	
Vision Positioning System (VPS)	Var	Pervane	4 Adet
Engel Algılama Sensörü	Var	Çalışma Frekansı	2.4 GHz, 5.8 GHz
Akıllı Eve Dönüş	Var	Kontrol Ünitesi	Var
GPS	Var	Led Işıklandırma	Var
3D Sensör	Var	Çapraz Uzunluk	350 mm
Dahili Kamera	Var	Dron Ağırlığı	1388 gram
Titreşim Engelleme	Var	Pil Kapasitesi	5870 mAh

Çizelge 2. Çalışmada Kullanılan Sensör Özellikleri

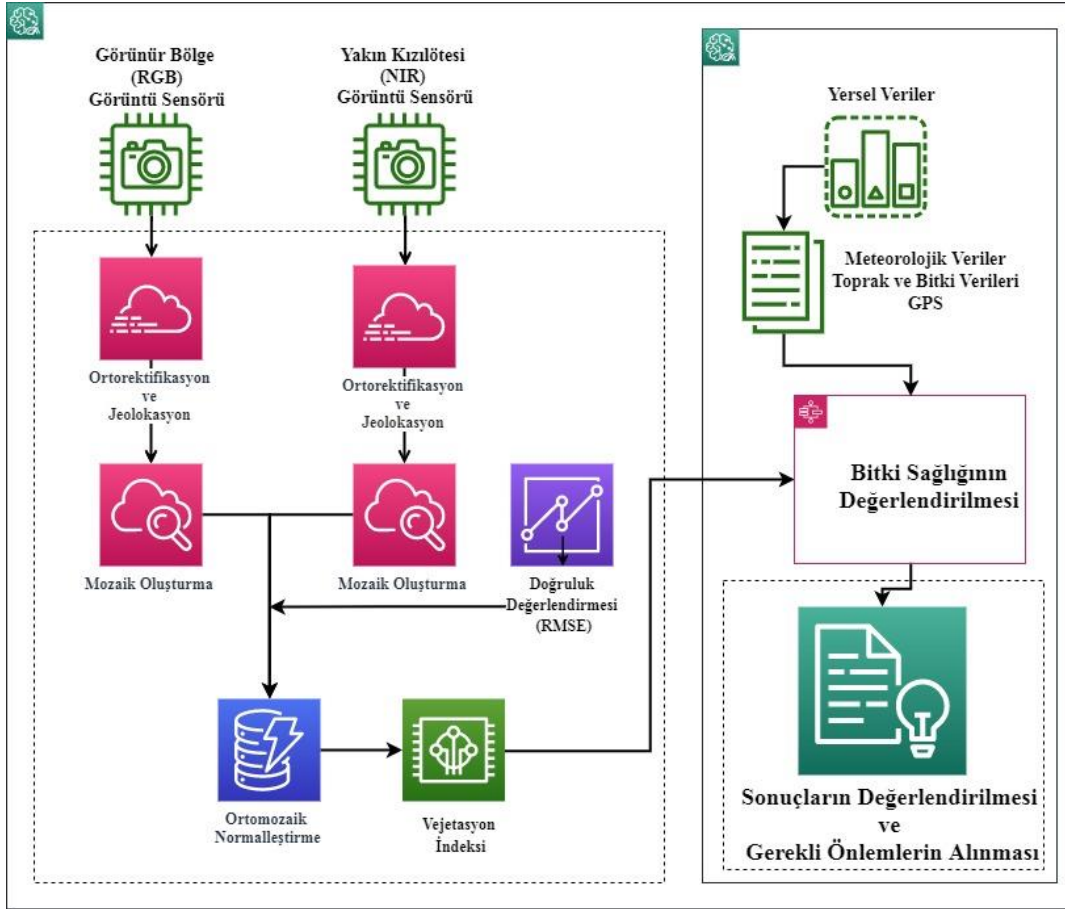
Table 2. Sensor Features Used in the Study

Sensör Türü	Megapiksel	Sensör Boyutu	Görüş Alanı	Görüntü Çözünürlüğü
CMOS (RGB)	20 MP	1” (inç)	84°	5472*3648
Sentera Double 4K (Multispektral)	12.3 MP*2	2.32”*1.61”*1.75”	60° (HFOV)	1080*720

2.3. Uçuş planlaması ve veri toplama

Bir İHA platformuyla yapılan görüntü tabanlı tarımsal uygulama çalışması, coğrafi referanslama amaçları için bir uçuş veya görev planlama ile yer kontrol noktaları (GCP’ler) ölçümünü gerektirir (Kallapur and Anavatti, 2006; Neitzel and Klonowski 2011; Jin et al., 2017). Çalışmanın bu aşaması Isparta Uygulamalı Bilimler

Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarı envanterinde bulunan yardımcı araçlar ve yazılımlar ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmanın uygulanması sırasında izlenen metodolojinin akışı şeması Şekil 2’de verilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Veri Toplama ve Görüntü İşleme Metodolojik Akışı
Figure 2. Data Collection and Image Processing Methodological Flow

Çalışmada uçuş planı Sentera FieldAgent™ yazılımı Apple iPad 5.Nesil tablet yüklenmiş ve otomatik uçuş planlanmıştır. Uçuş planı özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir. Uçuş belirtilen özelliklerde gerçekleştirildikten sonra 20 adet yer kontrol noktası verisi doğruluk değerlendirmesi için RTK GNSS GPS ile alınmıştır. Çalışma alanından görüntüleme 11 Ağustos 2018 tarihinde 12:00-14:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. Dron Uçuş Planı Özellikleri
Table 3. Drone Flight Plan Features

Parametreler	Değerler
Uçuş Yüksekliği	200 feet (60.96 metre)
Yatay Çakışma	%60
Dikey Çakışma	%60
Mekânsal Çözünürlük	5.5 cm/piksel
Dron Uçuş Hızı	10 mph (16.09 km/sa)
Uçuş Yönü	%70
Görüntü Sayısı (RGB+NIR)	428 (214+214)

2.4. Veri işleme ve analizler

Uçuş planına göre 11 Ağustos 2018 tarihinde, dron platformu üzerinde bulunan sensörler tarafından alınan görüntülerde, tarımsal üretim için bilgi üretmek amacı ile DroneDeploy (demo), Erdas IMAGINE ve ArcGIS yazılımı kullanılarak görüntü işleme çalışmaları yapılmıştır (<https://www.dronedeploy.com/app2/projects>).

Verilerin analizinde Vejetasyon İndisleri (VI) kullanılmıştır. Vejetasyon indisi kalitatif ve kantitatif vejetasyon analizlerinde ürünlerin gelişimini ve sağlığını izlemek için çok etkili ve uygun ölçümler olarak kabul edilmektedir (Raeva et al., 2019). Bitkilerin biyofiziksel özellikleri, birimsiz radyometrik ölçüler olarak tanımlanan vejetasyon indisleri ile spektral olarak karakterize edilmektedir (Huang et al., 2018). Yaygın olarak kullanılan vejetasyon indisleri Çizelge 4'te verilmiştir. Çalışmada Çizelge 4'te belirtilen indislerin bitki sağlığı hakkında kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Çizelge 4. Vejetasyon İndeksleri
Table 4. Vegetation Indices

Vejetasyon İndeksi	Kullanılan Eşitlik	Kullanım Amacı	Kaynak
Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (Normalized difference vegetation index)	$NDVI = \left(\frac{(Near\ Infrared - Red)}{Near\ Infrared + Red} \right)$	Yaprak alanı (LAI) ve bitki sağlığının belirlenmesi	Rouse et al., (1974)
Normalleştirilmiş Fark Kırmızı Kenar İndeksi (Normalized Difference Red Edge Index)	$NDRE = \left(\frac{(NIR - Red\ edge)}{NIR + Red\ edge} \right)$	Toprak arka plan etkilerine karşı yapraklarda klorofil içeriğinin belirlenmesi	Gitelson and Merzlyak, (1994)
Yaprak Klorofil İndeksi (Leaf Chlorophyll Index)	$LCI = \left[\left(\frac{NIR}{GREEN} \right) - 1 \right]$	Yaprak alanı (LAI) varyasyonları içeren klorofil içeriğinin belirlenmesi	Datt et al., (2003)
Modifiye Klorofil Absorpsiyon Yansıtma İndeksi (Modified Chlorophyll Absorption Reflectance Index)	$MCARI = [(R_{700} - R_{670}) - 0.2(R_{700} - R_{550})](R_{700} - R_{670})$	Yaprak alanı (LAI) varyasyonları içeren klorofil konsantrasyonlarının belirlenmesi	Daughtry et al., (2000)
Üçgen Yeşillik İndeksi (Triangular Greenness Index)	$TGI = (R_{GREEN} - 0.39 * R_{RED} - 0.61 * R_{BLUE})$	Klorofil hassaslığının belirlenmesi	Hunt et al., (2013)
Görünür Atmosferik Direnç İndeksi (Visible Atmospheric Resistant Index)	$VARI = \left(\frac{(R_{GREEN} - R_{RED})}{R_{GREEN} + R_{RED} - R_{BLUE}} \right)$	Yaprak alanının (LAI) belirlenmesi	Gitelson et al., (2002)
Yeşil Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (Green Normalized Difference Vegetation Index)	$GNDVI = \left(\frac{(NIR - Green)}{(NIR + Green)} \right)$	Klorofil hassaslığının kırmızı bandın olmadığı durumda belirlenmesi	Gitelson et al., (1996)
Yeşil-Kırmızı Vejetasyon Endeksi (Green-Red Vegetation Index)	$GRVI = \left(\frac{(Green - Red)}{(Green + Red)} \right)$	Yaprak alanının (LAI) belirlenmesi	Tucker, (1979)
Toprak Uyarlanmış Vejetasyon İndeksi (Soil Adjusted Vegetation Index)	$SAVI = \left(\frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red + L)} \right) (1 + L)$	Yaprak alanının (LAI) belirlenmesi	Huete, (1988)

2.5. Doğruluk değerlendirmesi

Doğruluk değerlendirmesi, İHA görüntüsünün düzenlenmesi ile ilgili hatayı tahmin etmektedir. Her bir ortomozaik konumlanmanın hata kareler ortalamasının karekökü (RMSE) uzaysal doğruluğunu değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Kallapur and Anavatti, 2006; Rock et al., 2011; Gómez-Candón et al., 2014; Boon et al., 2016; Jin et al., 2017; Peppia et al., 2019). Hata kareler ortalaması kare kökü, ortomozaik görüntünün kalitesinin küresel bir göstergesini, görüntü koordinatlarının ve zemin koordinatlarının kalıntılarında dayanmaktadır. Doğrulama puanına sahip bir görüntü için RMSE aşağıdaki eşitlikten hesaplanmaktadır (ERDAS, 1999):

$$RMSE = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(X_s - X_r)^2 (Y_s - Y_r)^2] \right]^{1/2} \quad (1)$$

Eşitlikte; X_s ve Y_s , dron sensör görüntüsünün jeo-uzamsal nokta koordinatlarıdır. X_r ve Y_r , saha seviyesinde ölçülen aynı GNSS-GPS noktasının koordinatlarıdır.

3. Bulgular ve Tartışma

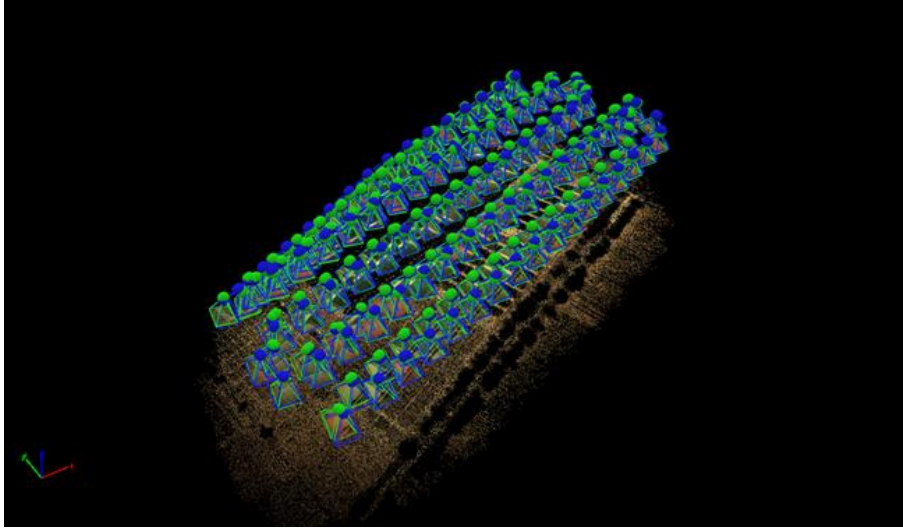
3.1. Verilerin toplanması ve görüntü kalitesinin değerlendirilmesi

İnsansız hava aracı, herhangi bir tarım ekipmanı gibi kullanılabilir araç haline gelen ileri teknoloji ürünüdür.

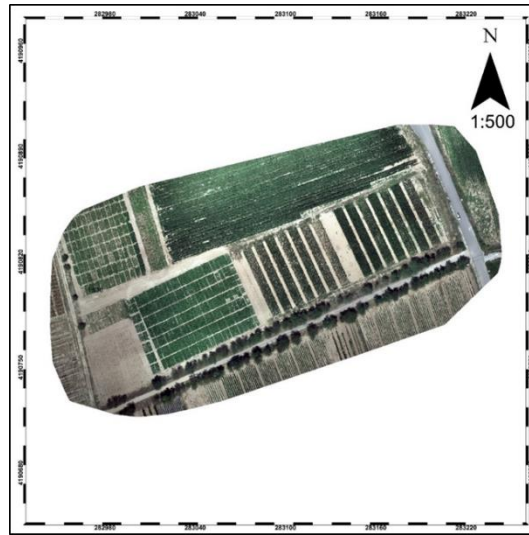
Tarım sistemlerindeki; küçük veya orta ölçekli işletmelerden veya tarladan, veri toplama ve saha izleme için etkin bir şekilde İHA kullanımı uygundur (Norasma et al., 2019). Çalışma alanına ait dron platformundaki sensörler ile uçuş hattı boyunca görüntüler toplanmıştır. Cmos sensörü ile 193, Sentera Double 4K multispektral sensör ile 193 adet görünür bölge (RGB+Red Edge) ve 193 adet yakın kızılötesi bölge (NIR) görüntü %70 bindirmeli olarak alınmıştır. Görüntüler sensörlerin Micro-SD hafıza kartlarına kayıt edilmiştir. Daha sonra görüntülerin

depolanması ve işlenmesi için özel donanımlı bilgisayar sistemine aktarılmıştır.

Bilgisayar ortamında bulunan görüntüler, DroneDeploy (Demo) yazılımı içerisine yüklenmiş ve yer kontrol noktalarına göre rektifiye edilmiştir (Şekil 3). DroneDeploy (Demo) yöntemin işlem sırası takip edilerek çalışma alanına ait ortomozaik görüntüler oluşturulmuştur. Şekil 4'te çalışma alanının oluşturulan gerçek renk (True Colors) ortomozaik görüntüsü verilmiştir.



Şekil 3. Görüntülerin Uçuş Hattı Üzerindeki Konumsal Gösterimi
Figure 3. Spatial Display of Images on the Flight Line



Şekil 4. Çalışma Alanı Ortomozaik Görüntüsü
Figure 4. Study Area Orthomosaic Image

Çalışmada kullanılan vejetasyon indislerinden NDVI ve TGI arazi örtüsü ayırımında doğru ayırımı yaptığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Yer kontrol noktaları ve her iki vejetasyon indisinin %100 doğrulukla ayırım yaptığı belirlenmiştir. Her iki indisin farklı bitki örtülerinin tespit edilmesinde yaygın ve başarılı kullanımı geçmiş çalışma sonuçları ile paralellik göstermektedir (Huete et al., 1999; Demir, 2017; Pádua et al., 2019). Vejetasyon indisleri, görünür (RGB- Red Edge), yakın kızılötesi (NIR) ve kısa

dalga kızılötesi (SWIR) dalga boylarında iki veya daha fazla bandın oranları veya farkları kullanılarak hesaplanmaktadır. Bir bitki örtüsü endeksinin en önemli avantajı, bitkilerin biyofiziksel parametreleri ile yüksek korelasyon göstermesi ve uzaktan algılama veri yorumlamasını engelleyen faktörlere karşı hassasiyeti ortadan kaldırmasıdır (Huete et al., 1999; Demir, 2017). Uydü görüntülerinde olduğu gibi dron görüntülerinde de bitki indisleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Berni et

al.,2009, Arnold et al., 2013, Garcia-Ruiz et al., 2013, Ayala-Silva and Beyl 2005; Pimstein et al., 2011; Başayığit et al., 2015; Wójtowicz et al., 2016; Senthilnath et al., 2017). Banerjee et al. (2018) tarafından, dronun geleneksel insanlı uçaklara veya yer veri toplamalarına kıyasla düşük maliyetli bir operasyon olarak görüldüğü birçok çalışma yapılmıştır. Görünür (RGB) ve yakın kızılötesi (NIR) bantlara sahip dron (İHA) sensörlerinin, mahsul hastalıklarını tespit etmek veya mahsul örtme oranı gibi mahsul durumunu izlemek için yararlı olduğu belirtilmektedir (Lelong et al., 2008; Bachmann et al., 2013; Pádua et al., 2019). Dron (İHA) kullanılarak elde edilen multitemporal görüntülerden üretilen vejetasyon indisleri, büyümenin çok erken aşamalarından elde edilen mahsul verimi ve hasat edilecek mahsul içindeki mekânsal değişkenliği ile ilgili bilgiler sağlar ve daha sonra sahaya özel olarak en uygun yönetim stratejisini belirlemek için kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır (Stroppiana et al., 2018; Simic Milas et al., 2018; Di Gennaro et al., 2018; Vanegas et al., 2018). Çalışma sonucunda NDVI ve TGI indisleri çalışma alanının en uygun arazi örtüsünü tespit etmek ve bitki sağlığının belirlenmesi için kullanılabilirliği arazi verileri ile çapraz kontrol edilerek belirlenmiştir.

3.2. Doğruluk değerlendirmesi

Orto rektifiye mozaığın geometrik doğruluğu, GNSS-GPS kullanılarak zemin seviyesinde toplanan 20 GCP'den yedisinin koordinatları kullanılarak değerlendirilmiştir. Öncelikle alanda ölçülen dokuz GCP'nin koordinatları, DroneDeploy yazılımı

Çizelge 5. Görüntülerin Doğruluk Değerlendirmesi

Table 5. Accuracy Assessment of Images

Sensör	X (ft-m)	Y (ft-m)	Z (ft-m)	Doğruluk RMSE*
CMOS	6.4 ft (1.95 m)	2.6 ft (0.79 m)	2.6 ft (0.79 m)	4.1 ft (1.25 m)
Sentera Double 4K	0.6 ft (0.18 m)	0.5 ft (0.15 m)	1.5 ft (0.46 m)	1 ft (0.30 m)

*RMSE (kök ortalama kare hatası) ± her görüntünün doğrulama noktalarının standart sapması (feet ve metre olarak).

3.3. Bitki sağlığının değerlendirilmesi

Görünür ışık (RGB) ve yakın kızılötesi (NIR) ışık kullanarak ürün desenini (canopy) tarayan, drone platformundaki tarımsal cihazlar, hangi bitkilerin farklı miktarlarda yeşil ışık ve yakın kızıl ötesi (NIR) ışık yansıttığını belirleyebilir. Bu bilgi, bitkideki değişiklikleri izleyen ve sağlıklarını gösteren çok spektrumlu görüntüler üretebilir. Optik alandaki yansıma, bitki sağlığının değerlendirilmesinde büyük önem taşıyan diğer özelliklerin yanı sıra klorofiller ve yaprak alanı indisi gibi yaprak pigmentlerinin değerlendirilmesi için yüksek potansiyele sahip bitkilerin biyokimyasal ve biyofiziksel özelliklerini elde etmek için kullanılmıştır (Clevers and Kooistra, 2011; Hunt et al., 2011; Hunt et al., 2013; Li et

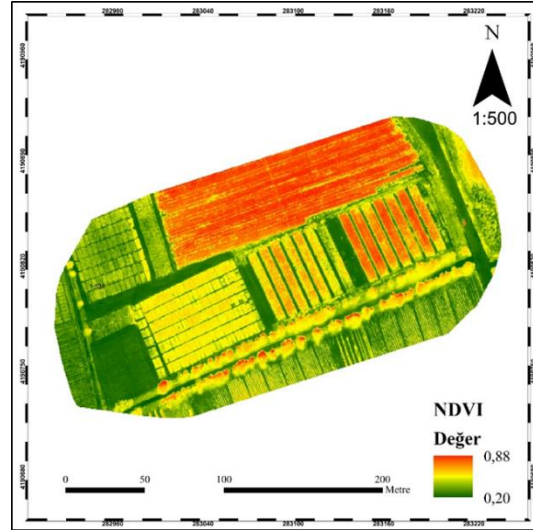
(<https://www.dronedeploy.com/app2>) kullanılarak mozaiklenmiş görüntüdeki koordinatları ile karşılaştırılmıştır. Son olarak, GNSS-GPS koordinatları ile mozaik görüntüdeki koordinatlar arasındaki farklar, RMSE'nin hesaplanmasında kullanılmıştır.

Çizelge 5'de CMOS (RGB) ve Sentera Double 4K (Multispektral) sensörlerine ait ortomozaik görüntülerin RMSE değerleri verilmiştir. Yüksek doğrulukta konumsal veri için iki veya daha fazla lense sahip multispektral sensörlerin kullanımı ile mümkündür (Grenzdörffer et al., 2008; Hunt et al., 2011; Mäkynen et al., 2012; Harwin and Lucieer, 2012; Rokhmana, 2015).

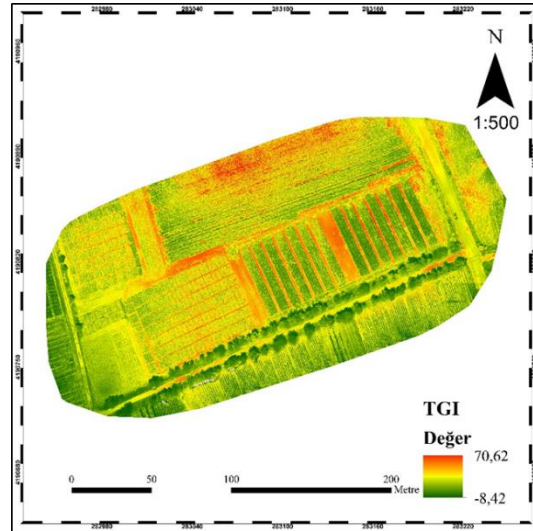
Sentera Doble 4K multispektral sensör ile 0.30 m mekânsal doğrulukta çalışma alanına ait veriler üretilmiştir. Çalışmada, tarım arazilerinin ve mahsul durumunu değerlendirmek için çift lense sahip multispektral sensör kullanımının başarı oranını arttıracak belirlenmiştir (Çizelge 5). Çalışmada hesaplanan RMSE istatistiksel sonuçları tarım sensörleri kullanımının, tarımsal uygulamalar için daha doğru sonuçlar elde edileceğini göstermiştir.

Çalışmada heterojen arazi kullanımında yüksek doğruluk elde edilmesi, tarımsal uygulamalar için dron teknolojisini ve tarımsal sensörlerin başarılı şekilde kullanılabileceği sonucunu göstermiştir. Çalışmada elde edilen yüksek mekânsal doğruluk, gıda talebinin karşılanması için gerçekleştirilen tarımsal üretimin, tüm vejetasyon döneminde tarımsal sensörler kullanılarak başarılı şekilde gerçekleştirilebileceği sonucunu göstermiştir.

al., 2014; Kavvadias et al., 2015; Malenovský et al., 2017; Do et al., 2018; Barbeo, 2019). Çalışma alanının bitki örtüsünün sağlık durumu ve ayrımının yapılabildiği Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) ve Üçgen Yeşillik İndeksi (TGI) vejetasyon indisleri olarak belirlenmiştir. Bu iki indis RGB ve NIR bölgesinde algılanan dalga boylarını kullandığı için dron platformlarında bulunan sensörlerin başarılı şekilde kullanımını ortaya koymuştur. Çalışma alanına ait oluşturulan ortomozaik görüntü kullanılarak 0.30 metre doğrulukta elde edilen vejetasyon indisleri Şekil 5-6'da gösterilmiştir.



Şekil 5. Çalışma Alanının NDVI Vejetasyon İndisi
Figure 5. NDVI Vegetation Index of the Study Area



Şekil 5. Çalışma Alanının TGI Vejetasyon İndisi
Figure 5. TGI Vegetation Index of the Study Area

Çalışma alanına ait ortomozaik görüntüler kullanılarak oluşturulan NDVI ve TGI vejetasyon indisleri bitki sağlığı belirlemede en uygun indis olarak belirlenmiştir. NDVI indisi ile TGI indisi 5 eşit sınıfa ayrılarak sınıflanmıştır. Yer verileri ile % 80 üzerinde doğrulukla bitki örtüsü belirlenmiştir. Belirlenen sınıf aralıkları ve kapladıkları alan verileri Çizelge 6-7’de verilmiştir. NDVI vejetasyon indisi değeri 0.42 üzerinde kalan alanlar sağlıklı bitkileri, 0.29 değeri altında kalan alanlar, çıplak toprak, asfalt yol ve kurumuş bitki örtüsünü göstermektedir. TGI vejetasyon indisi değeri 10.53 ve üzerinde kalan sınıflar çıplak toprak, asfalt yol ve zayıf bitki örtüsünü, 10.53 değeri altında kalanlar sağlıklı bitki örtüsünü göstermektedir. Normaleştirilmiş Fark Vejetasyon İndisi (NDVI) değeri sıfır değeri üzerine çıkarken, Üçgen Yeşillik İndeksi (TGI) sıfıra yaklaşırken ve negatif sonuçlar bitki örtüsünün sağlık

durumu hakkında bilgi vermektedir. Her iki indisin de bitkilerin sağlık durumu hakkında karar vermek için kullanılabileceği gösterilmiştir. Bu sonuçlar ile çalışma alanının %60’lık kısım zayıf, iyi ve çok iyi bitki örtüsü sınıfları içerisinde bulunmaktadır. Çalışma alanının 11 Ağustos 2018 tarihinde alınan drone görüntüsünün, bölgenin en az yağış aldığı mevsimde olmasına rağmen sulu tarım yapıldığı için sağlıklı bitki örtüsü yüksek oranda bulunmaktadır. Bu veriler denemede su uygulamaları ile örtülmüştür. Başka bir ifadeyle görüntü alınan bölgede tarımsal sulama işlemlerinin sağlıklı şekilde yapıldığını göstermektedir. ISIBÜ, Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği içerisinde sulama sistemleri ve denemelerin yürütüldüğü sulu tarım parselleri içerisinde, sulamanın başarısı hakkında da bilgi üretmek için İHA ve tarımsal sensörlerin kullanılması mümkündür.

Çizelge 6. NDVI İndisi Sınıflama Sonuçları
Table 6. NDVI Index Classification Results

Sınıf	NDVI Değeri	Alan (ha)	Alan %	Bitki Sağlık Durumu
1. Sınıf	0.52-0.88	0.82	19.98	Çok İyi
2. Sınıf	0.42-0.52	0.82	20.00	İyi
3. Sınıf	0.35-0.42	0.82	20.01	Zayıf
4. Sınıf	0.29-0.35	0.82	20.01	Yok
5. Sınıf	0.20-0.29	0.82	20.00	Yok

Çizelge 7. TGI İndisi Sınıflama Sonuçları
Table 7. TGI Index Classification Results

Sınıf	TGI Değeri	Alan (ha)	Alan %	Bitki Sağlık Durumu
1. Sınıf	7.32- -8.42	0.87	19.97	Çok İyi
2. Sınıf	10.53-7.32	0.87	20.01	İyi
3. Sınıf	13.39-10.53	0.87	20.00	Zayıf
4. Sınıf	17.29-13.39	0.87	20.01	Yok
5. Sınıf	17.29-0.72	0.87	20.01	Yok

Çalışma ile elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, literatürde NDVI ve TGI indislerinin bitki örtüsü ve mahsul izleme için yüksek doğrulukta veriler üretmek için kullanılabileceğinin desteklemektedir (McKinnon and Hoff, 2017; Wahab et al., 2018). TGI, sadece görünür spektrumu kullanan bir bitki örtüsü endeksidir, böylece değiştirilmemiş kameralarla ve tüketici dronların mevcut sensörleri kullanılarak oluşturulabilirler. TGI, yaprakların klorofil (ve dolaylı olarak azot) içeriğini izlemek için geliştirilmiştir. TGI, bitki sağlığı göstergesi olarak tasarlanmamış (Hunt et al., 2013), klorofil içeriğinin belirlenmesinde kullanılması için geliştirilmiştir. Ancak dolaylı olarak klorofil içeriği, bitkilerin sağlık durumu hakkında değerlendirmeyi mümkün olduğunu göstermektedir.

4. Sonuç

Çalışma tarımsal kullanım için dron ve sensörler hakkında mevcut uygulamalar ve bunun neticesinde bir demostrasyonu niteliğinde olmuştur. Çalışmada kullanılan Sentera Double 4K multispektral sensör ile elde edilen görüntülerin mekânsal çözünürlükleri ve mekânsal doğrulukları, dron üzerinde dâhili olarak bulunan CMOS sensöründen daha iyi sonuçlar vermiştir. NDVI ve TGI vejetasyon indisleri, diğer vejetasyon indislerine göre arazi örtüsünü yer kontrol noktaları ile yapılan çapraz kontroller neticesinde, bitkilerin sağlık durumlarını belirlemede kullanılabileceği ve bitki örtüsünde sulama kaynaklı sorunların tespitinin mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır. Beslenme, hastalık zararlı gibi birden farklı kaynaktan oluşabilecek sorunların birbirinden ayırt edilmesi için benzer çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

Görüntüleme ve hava teknolojilerine dayalı bu sistemlerdeki yenilikler devam ettikçe, dronların tarımda küçük alana dayalı uygulamalar için kullanımı artacaktır. Özellikle iyi tarım uygulamalarında hedeflenen çevresel duyarlılığa dayalı yaklaşımlar için bu teknolojiler en uygun araçlardır. İHA'lar birçok teknoloji ile entegre biçimde kullanılabileceği gerçeğinden hareketle tarımda kullanımının yaygınlaşması sürdürülebilir bir çevre ve gıda güvenliği için önemli fırsatlar sağlayacaktır. Bu teknolojilerin kullanımına yönelik yazılım ve donanım geliştirme yatırımları, gübre, ilaç ve tohum gibi tarımda temel girdileri oluşturan yatırımlar kadar önemlidir. Akıllı tarım ve Tarım 4.0 gibi geleceğin tarım kültürünün bu sistemlerin üzerine temelleneceği gerçeği, benzer çalışmaların hızla artırılması gerekliliğinin en önemli gereğesidir.

5. Kaynaklar

- Arnold, T., De Biasio, M., Fritz, A., and Leitner, R. (2013). UAV-based measurement of vegetation indices for environmental monitoring. In 2013 Seventh International Conference on Sensing Technology (ICST) (pp. 704-707). IEEE. doi:10.1109/ICST.2013.6727744.
- Ayala-Silva, T and Beyl, C. A. (2005). Changes in spectral reflectance of wheat leaves in response to specific macronutrient deficiency. *Advances in Space Research*, 35(2), 305-317. doi:10.1016/j.asr.2004.09.008.
- Bacco, M., Barsocchi, P., Ferro, E., Gotta, A., and Ruggeri, M. (2019). The Digitisation of Agriculture: a Survey of Research Activities on Smart Farming. *Array*, 3, 100009. doi:10.1016/j.array.2019.100009.
- Bachmann, F., Herbst, R., Gebbers, R., and Hafner, V. V. (2013). Micro UAV based georeferenced orthophoto generation in VIS+ NIR for precision agriculture. doi:10.5194/isprsarchives-XL-1-W2-11-2013.
- Banerjee, K., Krishnan, P., and Mridha, N. (2018). Application of thermal imaging of wheat crop canopy to estimate leaf area index under different moisture stress conditions. *Biosystems Engineering*, 166, 13-27. doi:10.1016/j.biosystemseng.2017.10.012.

- Barbedo, J. G. A. (2019). A review on the use of unmanned aerial vehicles and imaging sensors for monitoring and assessing plant stresses. *Drones*, 3(2), 40. doi:10.3390/drones3020040.
- Başayığıt, L., Bozkurt, Y., and Kaya, I. (2009). Determination of Grasslands Using Landsat (TM) Data and Monitoring of The Change By Years Using GIS With Special Reference to Kars Province in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 18(1), 62-97.
- Başayığıt, L., Dedeoğlu, M., and Akgül, H. (2015). The prediction of iron contents in orchards using VNIR spectroscopy. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(1), 123-134.
- Berni, J. A., Zarco-Tejada, P. J., Suárez, L., and Fereres, E. (2009). Thermal and narrowband multispectral remote sensing for vegetation monitoring from an unmanned aerial vehicle. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 47(3), 722-738. doi:10.1109/TGRS.2008.2010457.
- Boon, M. A., Greenfield, R., and Tesfamichael, S. (2016). Wetland assessment using unmanned aerial vehicle (UAV) photogrammetry. doi:10.5194/isprsarchives-XLI-B1-781-2016.
- Borlaug, N. E. (2019). Applying Agricultural Science and Technology to World Hunger Problems. *Beef Cattle Science Handbook*, 20.
- Cai, G., Chen, B. M., and Lee, T. H. (2010). An overview on development of miniature unmanned rotorcraft systems. *Frontiers of Electrical and Electronic Engineering in China*, 5(1), 1-14. doi:10.1007/s11460-009-0065-3.
- Clevers, J. G and Kooistra, L. (2011). Using hyperspectral remote sensing data for retrieving total canopy chlorophyll and nitrogen content. In 2011 3rd Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing: Evolution in Remote Sensing (WHISPERS) (pp. 1-4). IEEE. doi: 10.1109/WHISPERS.2011.6080916.
- Datt, B., McVicar, T. R., Van Niel, T. G., Jupp, D. L., and Pearlman, J. S. (2003). Preprocessing EO-1 Hyperion hyperspectral data to support the application of agricultural indexes. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(6), 1246-1259. doi: 10.1109/TGRS.2003.813206.
- Daughtry, C. S. T., Walthall, C. L., Kim, M. S., De Colstoun, E. B., and McMurtrey Iii, J. E. (2000). Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. *Remote sensing of Environment*, 74(2), 229-239.
- Demir, S. (2017). Haşhaş (Papaver Somniferum) Tarım Alanlarının Yüksek Çözünürlüklü Uydu Verileri ile Belirlenebilirliği Süleyman Demirel Üniversitesi Den Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 34 s.
- Demir, S. and Başayığıt, L. (2019). Determination of Opium Poppy (Papaver Somniferum) parcels using high-resolution satellite imagery. *Journal of the Indian society of remote sensing*, 47 (6), 977-987. doi:10.1007/s12524-019-00955-1.
- DJI, 2019. DJI drone üreticisi (Phantom Serisi), Hong Kong. <https://www.dji.com/support/product/phantom-4-pro> (Erişim tarihi: 20 Aralık 2019)
- Di Gennaro, S. F., Rizza, F., Badeck, F. W., Berton, A., Delbono, S., Gioli, B., ... and Matese, A. (2018). UAV-based high-throughput phenotyping to discriminate barley vigour with visible and near-infrared vegetation indices. *International journal of remote sensing*, 39(15-16), 5330-5344. doi:10.1080/01431161.2017.1395974.
- Do, D., Pham, F., Raheja, A., and Bhandari, S. (2018). Machine learning techniques for the assessment of citrus plant health using UAV-based digital images. In *Autonomous Air and Ground Sensing Systems for Agricultural Optimization and Phenotyping III* (Vol. 10664, p. 1066400). International Society for Optics and Photonics. doi:10.1117/12.2303989.
- ERDAS (1999). ERDAS IMAGINE 8.2. field guide. Erdas INC. Atlanta, Georgia.
- Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Abid, K., and Naeem, M. A. (2019). A Survey on the Role of IoT in Agriculture for the Implementation of Smart Farming. *IEEE Access*, 7, 156237-156271. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2949703.
- Gade, R and Moeslund, T. B. (2014). Thermal cameras and applications: a survey. *Machine vision and applications*, 25(1), 245-262. doi:10.1007/s00138-013-0570-5.
- Garcia-Ruiz, F., Sankaran, S., Maja, J. M., Lee, W. S., Rasmussen, J., and Ehsani, R. (2013). Comparison of two aerial imaging platforms for identification of Huanglongbing-infected citrus trees. *Computers and Electronics in Agriculture*, 91, 106-115.
- Gitelson, A. A., Stark, R., Grits, U., Rundquist, D., Kaufman, Y., and Derry, D. (2002). Vegetation and soil lines in visible spectral space: a concept and technique for remote estimation of vegetation fraction. *International Journal of Remote Sensing*, 23(13), 2537-2562. doi:10.1080/01431160110107806.
- Gitelson, A and Merzlyak, M. N. (1994). Quantitative estimation of chlorophyll-a using reflectance spectra: Experiments with autumn chestnut and maple leaves. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 22(3), 247-252.
- Gómez-Candón, D., De Castro, A. I., and López-Granados, F. (2014). Assessing the accuracy of mosaics from unmanned aerial vehicle (UAV) imagery for precision agriculture purposes in wheat. *Precision Agriculture*, 15(1), 44-56. doi:10.1007/s11119-013-9335-4.
- Grenzdörffer, G. J., Engel, A., and Teichert, B. (2008). The photogrammetric potential of low-cost UAVs in forestry and agriculture. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 31(B3), 1207-1214.
- Harwin, S., and Lucieer, A. (2012). Assessing the accuracy of georeferenced point clouds produced via multi-view stereopsis from unmanned aerial vehicle (UAV) imagery. *Remote Sensing*, 4(6), 1573-1599. doi:10.3390/rs4061573.
- Huang, Y., Reddy, K. N., Fletcher, R. S., and Pennington, D. (2018). UAV low-altitude remote sensing for precision weed management. *Weed technology*, 32(1), 2-6. doi:10.1017/wet.2017.89.
- Huete, A., Justice, C., and Van Leeuwen, W. (1999). MODIS vegetation index (MOD13). Algorithm theoretical basis document, 3, 213.
- Hunt, E. R., Daughtry, C. S. T., Eitel, J. U., and Long, D. S. (2011). Remote sensing leaf chlorophyll content using a visible band index. *Agronomy Journal*, 103(4), 1090-1099. doi:10.2134/agronj2010.0395.
- Hunt Jr, E. R., Doraiswamy, P. C., McMurtrey, J. E., Daughtry, C. S., Perry, E. M., and Akhmedov, B. (2013). A visible band index for remote sensing leaf chlorophyll content at the canopy scale. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21, 103-112.
- Jin, X., Liu, S., Baret, F., Hemerlé, M., and Comar, A. (2017). Estimates of plant density of wheat crops at emergence from very low altitude UAV imagery. *Remote Sensing of Environment*, 198, 105-114.
- Kallapur, A. G., and Anavatti, S. G. (2006). UAV linear and nonlinear estimation using extended Kalman filter. In 2006 International Conference on Computational Intelligence for Modelling Control and Automation and International Conference on Intelligent Agents Web Technologies and International Commerce (CIMCA'06) (pp. 250-250). IEEE.
- Kavvadias, A., Psomiadis, E., Chanioti, M., Gala, E., and Michas, S. (2015). Precision Agriculture-Comparison and Evaluation of Innovative Very High Resolution (UAV) and LandSat Data. In HAICTA (pp. 376-386).
- Laliberte, A. S., Herrick, J. E., Rango, A., and Winters, C. (2010). Acquisition, orthorectification, and object-based classification of unmanned aerial vehicle (UAV) imagery for rangeland monitoring. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 76(6), 661-672. doi:10.14358/PERS.76.6.661.
- Lelong, C., Burger, P., Jubelin, G., Roux, B., Labbé, S., and Baret, F. (2008). Assessment of unmanned aerial vehicles imagery for quantitative monitoring of wheat crop in small plots. *Sensors*, 8(5), 3557-3585. doi:10.3390/s8053557.
- Li, L., Zhang, Q., and Huang, D. (2014). A review of imaging techniques for plant phenotyping. *Sensors*, 14(11), 20078-20111. doi:10.3390/s141120078.
- Mäkynen, J., Saari, H., Holmlund, C., Mannila, R., and Antila, T. (2012). Multi- and hyperspectral UAV imaging system for forest and agriculture applications. In *Next-Generation Spectroscopic Technologies V* (Vol. 8374, p. 837409). International Society for Optics and Photonics. doi:10.1117/12.918571.
- Malenovsky, Z., Lucieer, A., King, D. H., Turnbull, J. D., and Robinson, S. A. (2017). Unmanned aircraft system advances health mapping of fragile polar vegetation. *Methods in Ecology and Evolution*, 8(12), 1842-1857. doi:10.1111/2041-210X.12833.
- Mckinnon, T., and Hoff, P. (2017). Comparing RGB-based vegetation indices with NDVI for drone based agricultural sensing. *Agribotix*. Com, 1-8.
- MGM, 2019. Türkiye İklim İstatistikleri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ISPARTA> (Erişim tarihi: 15.12.2019)
- Neitzel, F., and Klonowski, J. (2011). Mobile 3D mapping with a low-cost UAV system. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci*, 38, 1-6.

- Norasma, C. Y. N., Fadzilah, M. A., Roslin, N. A., Zanariah, Z. W. N., Tarmidi, Z., and Candra, F. S. (2019). Unmanned Aerial Vehicle Applications In Agriculture. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 506, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.
- Ojha, T., Misra, S., and Raghuvanshi, N. S. (2015). Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, 118, 66-84.
- Pádua, L., Marques, P., Adão, T., Guimarães, N., Sousa, A., Peres, E., and Sousa, J. J. (2019). Vineyard Variability Analysis through UAV-Based Vigour Maps to Assess Climate Change Impacts. *Agronomy*, 9(10), 581. doi:10.3390/agronomy9100581.
- Panagiotidis, D., Abdollahnejad, A., Surovy, P., and Kuželka, K. (2019). Detection of fallen logs from high-resolution UAV Images. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 49. doi:10.33494/nzjfs492019x26x.
- Peppas, M. V., Hall, J., Goodyear, J., and Mills, J. P. (2019). Photogrammetric assessment and comparison of DJI Phantom 4 pro and phantom 4 RTK small unmanned aircraft systems. *ISPRS Geospatial Week 2019*. doi:10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-503-2019.
- Pimstein, A., Karnieli, A., Bansal, S. K., and Bonfil, D. J. (2011). Exploring remotely sensed technologies for monitoring wheat potassium and phosphorus using field spectroscopy. *Field Crops Research*, 121(1), 125-135.
- Raeva, P. L., Šedina, J., and Dlesk, A. (2019). Monitoring of crop fields using multispectral and thermal imagery from UAV. *European Journal of Remote Sensing*, 52(sup1), 192-201. doi:10.1080/22797254.2018.1527661.
- Rango, A., Laliberte, A., Herrick, J. E., Winters, C., Havstad, K., Steele, C., and Browning, D. (2009). Unmanned aerial vehicle-based remote sensing for rangeland assessment, monitoring, and management. *Journal of Applied Remote Sensing*, 3(1), 033542. doi:10.1117/1.3216822.
- Ray, P. P. (2017). Internet of things for smart agriculture: Technologies, practices and future direction. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9(4), 395-420. doi:10.3233/AIS-170440.
- Rock, G., Ries, J. B., and Udelhoven, T. (2011). Sensitivity analysis of UAV-photogrammetry for creating digital elevation models (DEM). In *Proceedings of Conference on Unmanned Aerial Vehicle in Geomatics*. Switzerland: Zurich.
- Rokhmana, C. A. (2015). The potential of UAV-based remote sensing for supporting precision agriculture in Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 24, 245-253. doi:10.1016/j.proenv.2015.03.032
- Rouse Jr, J., Haas, R. H., Schell, J. A., and Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Scientific and Technical Information Office, National Aeronautics and Space Administration.
- Rufino, G., and Moccia, A. (2005). Integrated VIS-NIR hyperspectral/thermal-IR electro-optical payload system for a mini-UAV. In *Infotech@ Aerospace* (p. 7009).
- Sabtu, N. M., Idris, N. H., and Ishak, M. H. I. (2018, June). The role of geospatial in plant pests and diseases: an overview. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 169, No. 1, p. 012013). IOP Publishing, Washington D.C.
- Sentera, 2019. Sentera sensör üreticisi (Double 4K Multispektral Tarım Sensör), ABD. <https://sentera.com/introducing-multispectral-double-4k-sensor/> (Erişim tarihi: 20 Aralık 2019)
- Senthilnath, J., Kandukuri, M., Dokania, A., and Ramesh, K. N. (2017). Application of UAV imaging platform for vegetation analysis based on spectral-spatial methods. *Computers and Electronics in Agriculture*, 140, 8-24.
- Shamshiri, R. R., Hameed, I. A., Balasundram, S. K., Ahmad, D., Weltzien, C., and Yamin, M. (2018). Fundamental research on unmanned aerial vehicles to support precision agriculture in oil palm plantations. *Agricultural Robots-Fundamentals and Application*. Croatia. London.
- Simic Milas, A., Romanko, M., Reil, P., Abeyinghe, T., and Marambe, A. (2018). The importance of leaf area index in mapping chlorophyll content of corn under different agricultural treatments using UAV images. *International journal of remote sensing*, 39(15-16), 5415-5431. doi:10.1080/01431161.2018.1455244.
- Solaiman, S., and Salaheen, S. (2019). Future of Organic Farming: Bringing Technological Marvels to the Field. In *Safety and Practice for Organic Food* (pp. 291-303). Academic Press.
- Stroppiana, D., Villa, P., Sona, G., Ronchetti, G., Candiani, G., Pepe, M., ... and Boschetti, M. (2018). Early season weed mapping in rice crops using multi-spectral UAV data. *International journal of remote sensing*, 39(15-16), 5432-5452. doi:10.1080/01431161.2018.1441569.
- Thenkabail, P. S., Lyon, J. G., and Huete, A. (2018). *Advanced Applications in Remote Sensing of Agricultural Crops and Natural Vegetation*. CRC Press. doi:10.1201/9780429431166.
- Tripicchio, P., Satler, M., Dabisias, G., Ruffaldi, E., and Avizzano, C. A. (2015). Towards smart farming and sustainable agriculture with drones. In *2015 International Conference on Intelligent Environments* (pp. 140-143). IEEE. doi: 10.1109/IE.2015.29.
- Trout, T. J., and DeJonge, K. C. (2017). Water productivity of maize in the US high plains. *Irrigation Science*, 35(3), 251-266. doi:10.1007/s00271-017-0540-1.
- Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote sensing of Environment*, 8(2), 127-150. United States. Maryland.
- Turner, D., Lucieer, A., Malenovsky, Z., King, D., and Robinson, S. (2014). Spatial co-registration of ultra-high resolution visible, multispectral and thermal images acquired with a micro-UAV over Antarctic moss beds. *Remote Sensing*, 6(5), 4003-4024. doi:10.3390/rs6054003.
- Vanegas, F., Bratanov, D., Powell, K., Weiss, J., and Gonzalez, F. (2018). A novel methodology for improving plant pest surveillance in vineyards and crops using UAV-based hyperspectral and spatial data. *Sensors*, 18(1), 260. doi:10.3390/s18010260.
- Wahab, I., Hall, O., and Jirström, M. (2018). Remote Sensing of Yields: Application of UAV Imagery-Derived NDVI for Estimating Maize Vigor and Yields in Complex Farming Systems in Sub-Saharan Africa. *Drones*, 2(3), 28. doi:10.3390/drones2030028.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., and Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.
- Wójtowicz, M., Wójtowicz, A., and Piekarczyk, J. (2016). Application of remote sensing methods in agriculture. *Communications in Biometry and Crop Science*, 11(1), 31-50.
- Wu, J., Oueslati, W., and Li, M. (2019). Policy Options for Efficient Agricultural Land Management. *Global Challenges For Future Food And Agricultural Policies*, 1, 153.
- Xiongkui, H., Bonds, J., Herbst, A., and Langenakens, J. (2017). Recent development of unmanned aerial vehicle for plant protection in East Asia. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10(3), 18-30. doi: 10.3965/j.ijabe.20171003.3248.
- Zhang, C., and Kovacs, J. M. (2012). The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review. *Precision agriculture*, 13(6), 693-712. doi:10.1007/s11119-012-9274-5.



Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi Turkish Journal of Science and Engineering

www.dergipark.org.tr/tjse

Çayır Salkım Otu (*Poa pratensis* L.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Etkilerinin Belirlenmesi

Mehmet ALAGÖZ¹, Mevlüt TÜRK^{1*}

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü – Isparta-Türkiye

*Sorumlu Yazar: mevlutturk@isparta.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 09.03.2020

Kabul tarihi: 30.03.2020

Anahtar Kelimeler: Çayır salkım otu, tuz, çimlenme oranı, tuz tolerans indeksi

ÖZET

Bu araştırma çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.) tohumlarına uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m NaCl) çimlenme ve fide özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak 2018 yılında kurulmuştur. Çalışmada incelenen özellikler; çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığı ve tuz tolerans indeksidir. Araştırma sonucunda, farklı tuz konsantrasyonlarının incelenen tüm özellikler üzerine % 1 düzeyinde önemli etki yaptığı tespit edilmiştir. Tuz konsantrasyonundaki artışlar çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığı ve tuza dayanım indeksinde önemli ölçüde azalmaya neden olmuştur. Çalışmada ele alınan parametrelere ilişkin en yüksek değerler kontrol uygulamasından elde edilirken, en düşük değerler 20 dS/m NaCl dozunda belirlenmiştir. .

Determination of Effects of Different Salt Concentrations on The Germination of Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis* L.) Seeds

ARTICLE INFO

Received: 09.03.2020

Accepted: 30.03.2020

Keywords: Kentucky bluegrass, salt, germination rate, salt tolerance index

ABSTRACT

This research was conducted to investigate the effects of five different salt concentrations (0, 5, 10, 15 ve 20 dS m⁻¹ NaCl) on the germination and seedling development of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) at the Field Crops Department Laboratory in Agricultural Faculty of Isparta University of Applied Science in 2018. The research was set up in randomized block design with four replications. The germination rate, shoot and root lengths and fresh weights and salt tolerance index were determined in this research. According to the results of the research, salt concentrations had significant effect at the level of 1% on all properties. Increased salt concentrations caused decreases on the germination rate, shoot and root lengths and fresh weights and salt tolerance index. While the highest parameters were obtained from the control, the lowest values were obtained from 20 dS m⁻¹ NaCl.

1. Giriş

Tuzluluk dünyada birçok bölgede karşılaşılan önemli problemlerden biridir. Kurak ve yarı kurak koşullarda, yağışın yetersiz, buharlaşmanın yüksek olması tuzluluğun başlıca sebeplerindendir. Drenajın iyi olmadığı alanlarda yapılan hatalı sulama uygulamaları tuzluluk problemini artıran en önemli nedenlerdendir (Baltacı ve ark., 2004). Dünyada sulanabilir tarım alanlarının önemli bir bölümünde (400-950 milyon ha) tuzluluk sorununun olduğu ifade edilmektedir (Hasegawa, ve ark., 1986; Özkaldı ve ark., 2004). Tuzlu toprakların ıslahının ekonomik ve pratik olmaması nedeniyle, son yıllarda tuza dayanıklı bitki tür ve çeşitlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar öncelik kazanmaya başlamıştır. Çimlenme, bitkilerin yaşam döngüsünün en önemli evrelerinden biri olup, bu dönemde bitkiler tuz stresine karşı çok hassas olmaktadır. Genellikle en yüksek oranda çimlenme tuzsuz koşullarda olmakta, tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme ve fide gelişimi olumsuz etkilenmektedir

(Turhan ve ark., 2011) Topraktaki veya sulama suyundaki tuz oranı çim bitkileri yetiştiriciliğinde önemli bir sorundur. Açıköz (1994), topraktaki tuzluluğun 4 dS/m'den fazla olduğu zaman çim bitkilerinin zarar görmeye başladığını, 15 dS/m'in üzerindeki tuzluluğa ise çok az çim bitkisinin dayanabileceğini ifade etmiştir.

Çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.) çim alanlarda oldukça fazla kullanılan türlerden biridir. Çim kalitesi yüksek olsa da tuzluluğa hassas olarak bilinen türlerden olup 3-4 dS/m'nin altındaki tuzluluğa sahip alanlara önerilmektedir (Baltacı ve ark., 2004; Carrow ve Duncan, 1998; Marcum, 2007). Ancak tuzluluğa tolerans bakımından çayır salkım otu çeşitleri arasında büyük farklılıklar bulunmaktadır (Horst ve Taylor, 1983; Kinbacher ve ark., 1981; Rose-Fricke ve Wipff, 2001). Uddin ve ark. (2009) ve Harivandi ve ark. (1992), çayır salkım otunun tuzluluğa orta derecede hassas olduğunu ve 3-6 dS/m'ye kadar tolerans gösterebildiğini ifade etmişlerdir. Çim bitkilerinin çimlenmesi üzerine tuzluluğun etkilerini inceleyen birçok

araştırmacı artan tuz konsantrasyonlarının çimlenmeyi ve fide gelişimini olumsuz etkilediğini ifade etmişlerdir (Dai ve ark., 2009; Nizam, 2011; Qian ve ark., 2007; Tatar ve ark., 2018; Uddin ve Juraimi, 2013; Zabihi-e-Mahmoodabad ve ark., 2011).

Bu araştırma önemli çim bitkilerinden olan çayır salkım otu tohumlarının çimlenme ve fide gelişimleri üzerine farklı tuz konsantrasyonlarının etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında 2018 yılında yürütülmüştür. Çalışmada özel sektörden temin edilen Geronimo çayır salkım otu çeşidi kullanılmıştır.

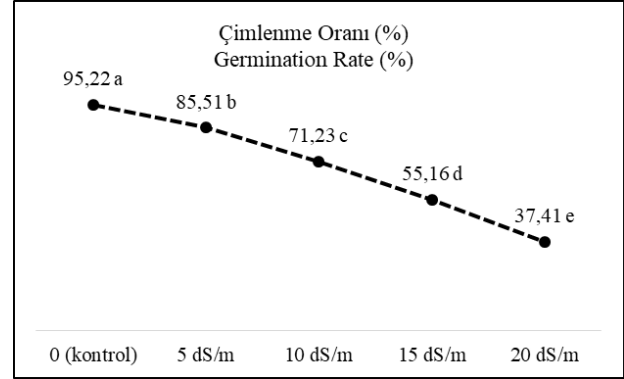
Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışmada beş farklı tuz konsantrasyonu (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m NaCl) kullanılmıştır. Çimlendirme öncesinde tohumlar yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Bu amaçla % 2'lik sodyum hipoklorit kullanılmıştır. Tohumlar 3 dakika sodyum hipoklorit ile çalkalanmış ve saf su ile iyice yıkanmışlardır (Nizam, 2011). Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar ön uygulama için farklı NaCl çözeltilerinde 24 saat bekletildikten sonra önceki nem içeriklerine dönüncüye kadar oda koşullarında 12 saat kurutma kâğıtları üzerine alınarak kurutulmuşlardır. Daha sonra içerisinde çift katlı filtre kâğıdı bulunan petri kaplarına 25'er adet tohum yerleştirilmiştir. Tohumların üzerine farklı tuz konsantrasyonlarının her birinden ayrı ayrı olmak üzere 8.5 ml miktarda çözeltiler dökülmüştür. Bu işlemlerden hemen sonra petri, karanlık koşullara sahip 25 ± 1 °C sıcaklığa ayarlı çimlendirme kabineye konulmuştur (Nizam, 2011).

Deneme süresince iki günde bir, petri kaplarındaki çimlendirme kâğıtları değiştirilmiştir. Denemede kökçük uzunluğu 1 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve 14 günün sonunda toplam çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme yüzdesi (%) belirlenmiştir (Nizam, 2011). 14. günün sonunda her bir petri kabından 10 örnek alınmış ve bu örneklerde sürgün ve kök uzunlukları ölçülmüş, sürgün ve kök yaş ağırlıkları tartılmıştır. Tuz tolerans indeksi, her bir tuz konsantrasyonundan elde edilen toplam yaş ağırlıkların, kontrolden elde edilen toplam yaş ağırlıklara oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Kuşvuran ve ark., 2015).

Çalışmadan elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme desenine göre istatistiki analize tabi tutulmuş, analiz sonucunda önemli farklılık ortaya çıktığında, ortalamaların karşılaştırılması için % 5 önemlilik düzeyinde Asgari Önemli Fark (LSD) testi uygulanmıştır (SAS, 1998).

3. Bulgular ve Tartışma

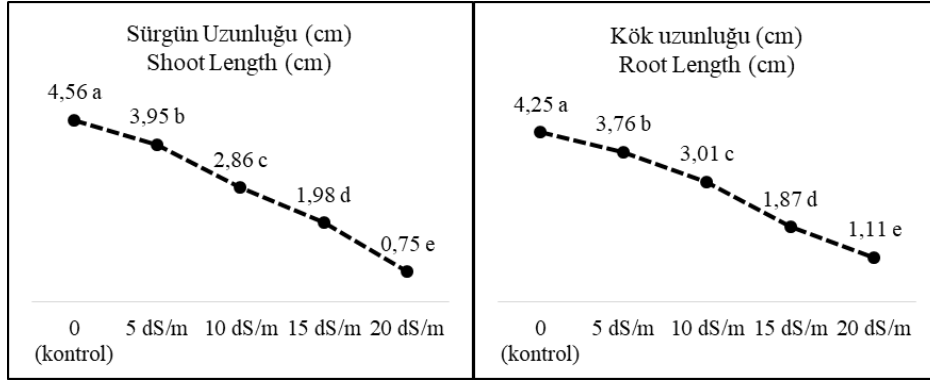
Araştırmadan elde edilen verilerle yapılan varyans analizleri sonucunda, tuz konsantrasyonlarının çimlenme oranı, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve tuza dayanım indeksi üzerine etkisi istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.



Şekil 1. Farklı tuz konsantrasyonlarında çayır salkım otu tohumlarının çimlenme oranları.

Figure 1. The germination rates of Kentucky bluegrass seeds at different salt concentration.

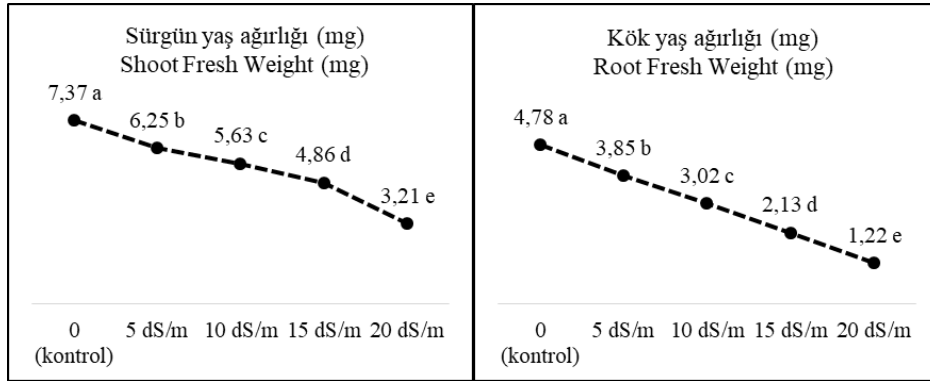
Çayır salkım otunda tespit edilen çimlenme oranları incelendiğinde, en yüksek çimlenme oranının % 95.22 ile kontrol uygulamasında elde edildiği, artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak çimlenme oranının düştüğü, en düşük değer % 37.41 ile 20 dS/m uygulamasında elde edildiği görülmektedir (Şekil 1). Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında çimlenme oranları 5 dS/m uygulamasında % 10.2, 10 dS/m uygulamasında % 25.2, 15 dS/m uygulamasında % 42.1, 20 dS/m uygulamasında % 60.7 azalmıştır. Çim bitkileri tohumlarının çimlenmesi üzerine tuz yoğunluklarının etkisini araştıran birçok araştırmacı da (Kuşvuran ve ark., 2015; Nizam, 2011; Tatar ve ark., 2018), yaptıkları çalışmalarda artan tuz konsantrasyonlarının çimlenme oranını önemli ölçüde azalttığını ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Yüksek tuz konsantrasyonunun çimlenme döneminde görülen olumsuz etkisinin esas nedeninin tohum içerisinde su alımının engellenmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Aydınşakir ve ark., 2012). Farklı bitkilerle yapılan çimlendirme çalışmalarında da artan tuz konsantrasyonu ile çimlenme oranlarının azaldığına dair sonuçlar elde edilmiştir (Almodares ve ark., 2007; Blanco ve ark., 2007; Cokkizgin, 2012; Kokten ve ark., 2010; Rahman ve ark., 2000; Sozharajan ve Natarajan, 2014; Türk ve Eser, 2016).



Şekil 2. Farklı tuz konsantrasyonlarında çayır salkım otunun ortalama sürgün ve kök uzunlukları.
Figure 2. The shoot and root lengths of Kentucky bluegrass at different salt concentration.

Araştırmada sürgün uzunluğu bakımından en yüksek değer 4.56 cm ile kontrol uygulamasında (0 dS/m) belirlenirken, en düşük değer 0.75 cm ile 20 dS/m uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 2). Artan tuz konsantrasyonları sürgün uzunluğu üzerine olumsuz etki yapmıştır. Sürgün uzunluğunda olduğu gibi kök uzunluğu da tuz yoğunluğundan olumsuz etkilenmiştir. Kök uzunlukları bakımından en yüksek değer 4.25 cm ile kontrol uygulamasında elde edilirken, 5 dS/m uygulamasında 3.76

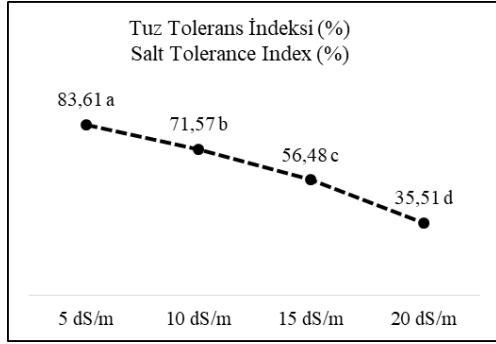
cm 10 dS/m uygulamasında 3.01 cm, 15 dS/m uygulamasında 1.87 cm, 20 dS/m uygulamasında 1.11 cm'e düşmüştür. Sürgün ve kök uzunluğu bakımından elde ettiğimiz sonuçlar (Kuşvuran ve ark., 2007; Kuşvuran ve ark., 2014; Kuşvuran ve ark., 2015; Tatar ve ark., 2018; Zabihi-e-Mahmoodabad ve ark., 2011; Kaya ve ark., 2007; Dasgan ve Koç, 2009; Türk ve Eser, 2016; Shannon ve Grieve, 1999)'in elde ettiği sonuçlarla paralellik göstermektedir.



Şekil 3. Farklı tuz konsantrasyonlarında çayır salkım otunun ortalama sürgün ve kök yaş ağırlıkları.
Figure 3. The shoot and root fresh weights of Kentucky bluegrass at different salt concentration.

Sürgün ve kök yaş ağırlıkları tuz uygulamalarından olumsuz etkilenmiştir. Kontrol uygulamasında 7.37 mg ile en yüksek sürgün yaş ağırlığı elde edilirken, en yüksek doz olan 20 dS/m uygulamasında 3.21 mg ile en düşük değer elde edilmiştir (Şekil 3). Farklı tuz konsantrasyonlarında elde edilen ortalama kök yaş ağırlıkları incelendiğinde, en yüksek değer 4.78 mg ile kontrol uygulamasından, en düşük değer ise 1.22 mg ile 20 dS/m uygulamasından elde edildiği görülmektedir. Sürgün ve kök yaş ağırlıklarıyla artan tuz miktarları arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Koch ve ark. (2011) çayır salkım otu çeşitleri ile yaptığı çalışmada artan tuz uygulamalarının sürgün ve kök yaş ağırlıklarının azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Sürgün ve kök yaş ağırlığına ilişkin elde ettiğimiz sonuçlar (Hussein ve ark., 2007; Carpici ve ark., 2009; Kuşvuran ve ark., 2015; Zabihi-e-Mahmoodabad ve ark., 2011; Türk ve Eser, 2016; Tatar ve ark., 2018)'in sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

Çalışmada uygulanan tuz konsantrasyonları arasında tuz tolerans indeksi bakımından da önemli farklılıklar bulunmuştur. Tuz uygulaması arttıkça tuz tolerans indeksi azalmış, 5 dS/m uygulamasında % 83.61 olan tuz tolerans indeksi, 10 dS/m uygulamasında % 71.57'ye, 15 dS/m uygulamasında % 56.48'e, 20 dS/m uygulamasında % 35.51'e düşmüştür (Şekil 4). Tuz yoğunluklarının tohum çimlenmesi üzerine etkilerini araştıran birçok araştırmacı (Kokten ve ark., 2010; Kuşvuran ve ark., 2014; Tatar ve ark., 2018; Türk ve Eser, 2016) elde ettiğimiz sonuçları destekler nitelikte, artan tuz uygulamalarının tuz tolerans indeksini azalttığını ifade etmişlerdir.



Şekil 4. Farklı tuz konsantrasyonlarında çayır salkım otunun ortalama tuz tolerans indeksi.

Figure 4. The salt tolerance index of Kentucky bluegrass at different salt concentration.

4. Sonuç

Çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.) tohumlarının çimlenme ve fide gelişimleri üzerine farklı tuz konsantrasyonlarının (0, 5, 10, 15 ve 20 dS/m NaCl) etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; tuz konsantrasyonları incelenen tüm özellikler üzerine % 1 düzeyinde önemli etki yapmış, tuz konsantrasyonundaki artışlar çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığı ve tuza dayanım indeksinde önemli ölçüde azalmaya neden olmuştur. Çalışmada en yüksek değerler kontrol uygulamasında elde edilirken, en düşük değerler en yüksek doz olan 20 dS/m NaCl dozunda elde edilmiştir.

5. Kaynaklar

- Açıköz, E. 1994. Çim Alanlar Yapım ve Bakım Tekniği. 64-67, Çevre Peyzaj Mimarlığı Yayınları, Bursa.
- Almodares, A., Hadi, M.R. ve Dosti, B. 2007. Effects of salt stress on germination percentage and seedling growth in sweet sorghum cultivars. *Journal of Biological Sciences* 7(8):1492-1495.
- Aydınşakir, K., Erdurmuş, C., Büyüktaş, D. ve Çakmakçı, S. 2012. Tuz (NaCl) stresinin bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor*) çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1): 47-52
- Baltacı, F., Can, D., Karaoğlu, A. ve Tantur, A. 2004. Tuzluluk, Nedenleri ve Çevresel Etkileri. *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu*, 20-21 Mayıs, 2004, Ankara.
- Blanco, F.F., Folegatti, M.V., Gheyi, H.R. ve Fernandes, P.D. 2007. Emergence and Growth of Corn and Soybean Under Saline Stress. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 64(5):451-459.
- Carpici, E.B., Celik, N. ve Bayram, G. 2009. Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 8 (19) : 4918-4922.
- Carrow, R.N. ve Duncan, R.R. 1998. Salt affected turfgrass sites: Assessment and management. *Ann Arbor Press, Chelsea, MI*.
- Cokkizgin, A. 2012. Salinity stress in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed germination. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca*, 40 (1): 177-182.
- Dai, J., Huff, D.R. ve Schlossberg, M.J. 2009. Salinity effects on seed germination and vegetative growth of greens-type *Poa annua* relative to other cool-season turfgrass species. *Crop Science*, 49 : 696-703.
- Daşgan, H.Y. ve Koc, S. 2009. Evaluation of salt tolerance in common bean genotypes by ion regulation and searching for screening parameters. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7 (2): 363-372.
- Harivandi, M.A., Butler, J.D. ve Wu, L. 1992. Salinity and turfgrass culture, p. 207-229. In: Waddington, D.V., R.N. Carrow, and R.C. Shearman (eds.). *Turfgrass—Agron Monogr.* 32. Amer. Soc. Agron., Madison, WI.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A. ve Handa, A.V. 1986. Cellular Mechanism of Salinity Tolerance, *Hort. Science*, 21 (6) 1317-1324.

- Horst, G.L. ve Taylor, R.M. 1983. Germination and initial growth of Kentucky bluegrass in soluble salts. *Agron. J.* 75:679-681. doi:10.2134/agronj1983.00021962007500040024x
- Hussein, M.M., Balbaa, L.K. ve Gaballah, M.S. 2007. Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3 (4): 321-328.
- Kaya, C., Tuna, A.L., Asraf, M. ve Altunlu, H. 2007. Improved salt tolerance of melon (*Cucumis melo* L.) by the addition of proline and potassium nitrate. *Environmental and Experimental Botany*, 60 : 397-403
- Kinbacher, E.J., Shearman, R.C. Riordan, T.P. ve Vanderkolk, D.E. 1981. Salt tolerance of turfgrass species and cultivars. *Agron. Abstr.* 1981:88.
- Koch, M.J., Huang, B. ve Bonos, S.A. 2011. Salinity Tolerance of Kentucky Bluegrass Cultivars and Selections Using an Overhead Irrigated Screening Technique. *Crop Sci.* 51:2846-2857.
- Kokten, K., Karakoy, T., Bakoglu, A. ve Akcura, M. 2010. Determination of salinity tolerance of some lentil (*Lens culinaris* M.) varieties. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8 (1): 140-143.
- Kuşvuran, S., Ellialtıoğlu, S., Abak, K. ve Yasar, F. 2007. Responses of some melon (*Cucumis* sp.) genotypes to salt stress. *Journal of Agricultural Sciences, Ankara University Faculty of Agriculture*, 13 (4): 395-404.
- Kuşvuran, A., Nazlı, R.I. ve Kuşvuran, S. 2014. Salinity Effects on Seed Germination in Different Tall Fescue (*Festuca arundinaceae* Schreb.) Varieties. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 7 (2): 08-12.
- Kuşvuran, A., Nazlı, R.I. ve Kuşvuran, S. 2015. The Effects of Salinity on Seed Germination in Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) Varieties. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 2(1): 78-84.
- Marcum, K.B. 2007. Relative salinity tolerance of turfgrass species and cultivars. p. 389-406. In M. Pessarakli (ed.) *Handbook of turfgrass management and physiology*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Nizam, I. 2011. Effects of salinity stress on water uptake, germination and early seedling growth of perennial ryegrass. *Afr. J. Biotechnol* 10: 10418-10424.
- Özkaldı, A., Boz, B. ve Yazıcı, V. 2004. GAP'ta Drenaj Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu*, 20-21 Mayıs, 2004, Ankara, 97-105.
- Qian, Y.L., Fu, J.M., Wilhelm, S.J., Christensen, D. ve Koski, A.J. 2007. Relative salinity tolerance of turf-type saltgrass selections. *HortScience*, 42 (2): 205-209.
- Rahman, M., Kayani, S.A. ve Gul, S. 2000. Combined Effects of Temperature and Salinity Stress on Corn Cv. Sunahry, Pak. *J. Biological Sci.*, 3(9): 1459-1463.
- Rose-Fricke, C., ve Wipff, J. 2001. Breeding for salt tolerance in cool-season turfgrasses. *Int. Turfgrass Soc. Res. J.* 9:206-212.
- SAS Institute. 1998. *INC SAS/STAT users' guide release 7.0*, Cary, NC, USA.
- Shannon, M.C. ve Grieve, C.M. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, 78 : 5-38.
- Sozharajan, R. ve Natarajan, S., 2014. Germination and seedling growth of *Zea mays* L. under different levels of sodium chloride stress. *International Letters of Natural Sciences* 7, 5-15.
- Tatar, N., Öztürk, Y. ve Budaklı, E.Ç. 2018. NaCl Ön Uygulamalarının Farklı Tuz Seviyelerinde Çok Yıllık Çim (*Lolium perenne* L.)'in Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(1): 28-33.
- Turhan, A., Kusu, H. ve Seniz, V. 2011. Effects of Different Salt Concentrations (NaCl) on Germination of Some Spinach Cultivars. *The Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 25 (1): 65-77.
- Türk, M. ve Eser, Ö. 2016. Effects Of Salt Stress On Germination Of Some Silage Maize (*Zea mays* L.) Cultivars. *Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LIX.*, 466-469.
- Uddin, M.K., Juraimi, A. S. Ismail, M. R. Othman, R. ve Abdul, A.R. 2009. Growth response of eight tropical turfgrass species to salinity. *African Journal of Biotechnology*, vol. 8, no. 21, pp. 5799-5806, 2009.
- Uddin, M.K. ve Juraimi, A. S. 2013. Salinity Tolerance Turfgrass: History and Prospects. *Review Article. Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal Volume* 2013.
- Zabih-e-Mahmoodabad, R., Jamaati-e-Somarin, S., Khayatnezhad, M. ve Gholamin, R. 2011. The study of effect salinity stress on germination and seedling growth in five different genotypes of wheat. *Advances in Environmental Biology*, 5 (1): 177-179.



Report of *Apiosoma* sp. on Cultured European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) in Turkey²

Menekşe AKPINAR¹ , Behire Işıl DİDİNEN^{1*} 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi – Isparta-Türkiye

*Sorumlu Yazar: behiredidinen@isparta.edu.tr

ARTICLE INFO

Received: 16.03.2020

Accepted: 12.06.2020

Keywords: *Apiosoma* sp.,
Dicentrarchus labrax, Turkey

ABSTRACT

This study is part of a parasitological investigation conducted in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*) at farms located in the Aegean Sea coastal zone of Turkey between march-november 2010. The species of *Apiosoma* has been reported mostly in freshwater fish. However, in the present study, *Apiosoma* sp. (Peritrichia, Epistylididae) was detected in the gill of sea bass weighing 200 g in earth ponds (7 ‰ salinity and 20 °C water temperature) in sampling at october. The prevalence of parasite was determined as 40 % in the fish. Sessile ectocommensal ciliates feed with bacteria and suspended organic waste. For this reason, they are common in nutrient-rich waters or poor water quality conditions. Therefore, it is necessary to improve the water quality in order to prevent *Apiosoma* infestations in cultured fish.

Türkiye'de Yetiştiriciliği Yapılan Avrupa Deniz Levreklerinde (*Dicentrarchus labrax*) *Apiosoma* sp.'nin Bildirimi

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 16.03.2020

Kabul tarihi: 12.06.2020

Anahtar Kelimeler: *Apiosoma* sp.,
Dicentrarchus labrax, Türkiye

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'nin Ege Denizi kıyısında yer alan çiftliklerdeki levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*) balıklarında Mart-Kasım 2010 tarihleri arasında yürütülen parazitolojik bir araştırmanın parçasıdır. *Apiosoma* türleri, çoğunlukla tatlı su balıklarında rapor edilmiştir. Bununla birlikte, bu çalışmada *Apiosoma* sp. (Peritrichia, Epistylididae), ekim ayındaki örneklemelerde toprak havuzlarda (su sıcaklığı 20°C, tuzluluk ‰ 7) tutulan 200 g ağırlığındaki levrek balıklarının solungaçlarında tespit edilmiştir. Parazitin balıklardaki prevalansı % 40 olarak hesaplanmıştır. Sessile ektokommensal siliatlar, bakteri ve suspanse organik atıklarla beslenirler. Bu nedenle, besleyici elementlerce zengin sulara ya da zayıf su kalitesinin olduğu ortamlarda yaygın olarak görülmektedirler. Bu nedenle, yetiştiriciliği yapılan balıklarda *Apiosoma* enfestasyonlarının önlenmesi için su kalitesinin iyileştirilmesi gereklidir.

1. Introduction

Global fish production has grown to 167.2 million tons in 2014, of which 44.14% was produced by aquaculture (FAO 2016). Turkey has a 25% share of the European market of sea bass and sea bream and is the 3rd fastest growing country in aquaculture in the world (Cavdar 2017). Sea bass production by aquaculture in Turkey has been obtained by 80 847 tonnes in 2016 (TUIK 2018). The Turkish fisheries industry continues to develop more efficient production technologies, and the industry sources has started to obtain positive results by the application of (pre) on-growing of sea bass until they reach to the weight of 15-20g in earthen ponds in land-based sites (FAO 2017). Although most of the sea bass farming companies still prefer transferring the sea bass juveniles to the floating net-cages for breeding purposes, some of them prefer breeding their fish in the earthen ponds until the commercial size ranging from 250 to 300g. However, diseases problems

(e.g. viral, bacterial, parasitic etc.) are still one of the main obstacles during the production cycle of sea bass.

In particular, sessile ciliates such as the species belonging to the following three genera: *Apiosoma* Blanchard, 1885, *Ambiphrya* Raabe, 1952, and *Epistylis* Ehrenberg, 1830, are obligate parasites which utilize the gills and skin of the fish merely as a substrate for attachment, causing massive destruction. Even in a moderate infection, these parasites may lead to high mortalities, as the fish stops feeding (Abowei et al. 2011). In some case, *Apiosoma* spp. can badly endanger fish egg, fry and even adult fish and cause great losses to aquaculture (Li et al. 2016; Li et al. 2008 a,b). *Apiosoma* sp. do not cause direct lesions in the host, but at high intensities can reduce the respiratory surface of the host's gill epithelium (Martins et al. 2015; Meira-Filho et al., 2017) and affecting gas exchange (Abowei et al. 2011; Meira-Filho et al., 2017). However, Moyses et al. (2015) considered *Apiosoma* sp. as an obligatory parasite

² This study is part of the master's thesis.

and relate the infestation by this group to the massive destruction of fish gill epithelium.

The genus *Apiosoma* can be distinguished from the sessile ciliates genera in having a scopula, which is used as the substrate-attaching organ. The species of *Apiosoma*, mainly live on the gills and body surface of aquatic organisms, particularly freshwater fish (Li et al. 2016; Li et al. 2008 a,b). However, it has been reported in a few marine fish species: lebranche mullet, *Mugil liza* (Meira-Filho et al., 2017), sea bass and sea bream (Yavuzcan Yıldız and Otgucuoglu, 2018).

The aim of this study was to report *Apiosoma* sp. in cultured sea bass weighing 200g in earth ponds (water temperature, 20°C and salinity, 7 ‰) at a farm in the Aegean Sea coast of Turkey.

2. Material and Method

This study is part of parasitological investigation conducted in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea

bream (*Sparus aurata*) at farms located in the Aegean Sea coastal zone of Turkey between march-november 2010. In the sampling at october, sea bass (n=5) weighing approximately 200g were caught with a fishing hook from an earthen pond (320m³) filled with ground water. The water temperature was 20°C and the salinity was measured as 7 ‰. Initially, the fish were euthanized and fixed in 10% formalin for parasitological examinations. Gill filaments of each fish collected, were examined and photographed under a light microscope equipped with a digital camera.

3. Results and Discussion

In this study, conical or cup-like numerous *Apiosoma* sp. were observed in the secondary lamellae of the gills of sea bass (Figure 1). The prevalence of parasite was determined as 40 % in the fish. Some characteristic features of *Apiosoma* sp. such as, peristomial cilia, transverse ciliary band surrounding the cylindrical trunk, scopula (attachment organ), and peristomial disc were observed during our examination, were also presented in Figure 2.

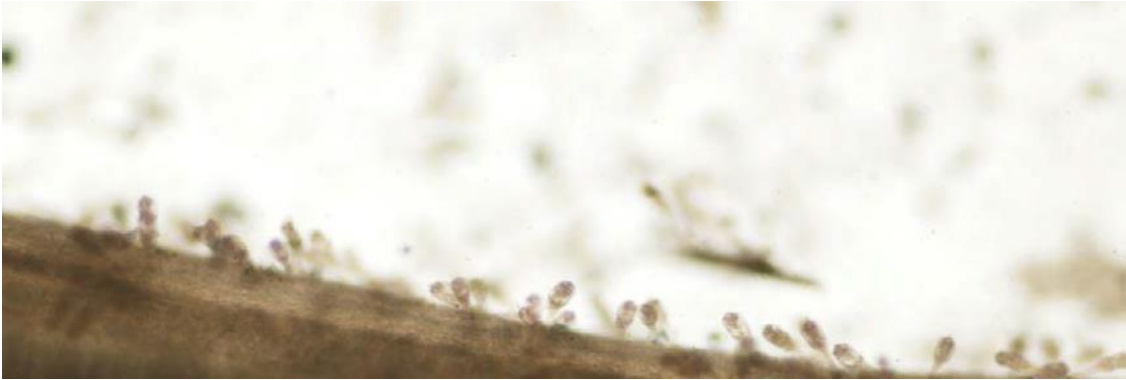


Figure 1. Numerous *Apiosoma* sp. attached to the secondary lamellae of the gills in sea bass(4x)

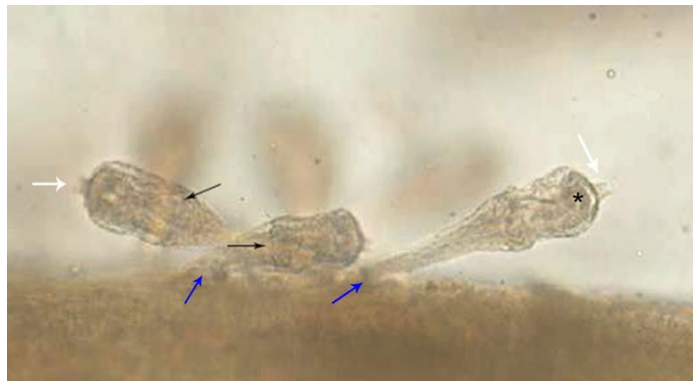


Figure 2. *Apiosoma* sp. in the secondary lamellae of the gills showing peristomial ciliae (white arrows), transverse ciliary bands surrounding the trunk (black arrows), scopula (blue arrows), and peristomial disc (asterisk) (x20).

Apiosoma species has been reported mostly in freshwater fish: rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) (Ögüt et al., 2003; Altunay and Yavuzcan Yıldız, 2008; Özcelep, 2009), round goby (*Neogobius melanostomus*), tubenose goby (*Proterorhinus marmoratus*) (Pronin et al., 1997) and common carp (*Cyprinus carpio*) (Özer and Erdem, 1998). However, in the present report, *Apiosoma* sp. were found in gill seconder filaments of the cultured sea bass weighing 200g in earth ponds (water temperature, 20°C and salinity, 7 ‰) in the Aegean Sea coast of Turkey in october 2010. In the next studies, *Apiosoma* sp. was detected in lebranche

mullet, *Mugil liza* (Meira-Filho et al., 2017); sea bass and sea bream from off-shore cage culture (Yavuzcan Yıldız and Otgucuoglu, 2018).

As a result of this study, *Apiosoma* sp. (Peritrichia, Epistylididae) was detected in the gill filaments of sea bass in earth ponds (water temperature, 20°C and salinity, 7 ‰) at a farm in the Aegean Sea coast of Turkey. The prevalence of parasite was determined as 40 % in the fish.

The presence of *Apiosoma* is an indicator of organic pollution in water. Therefore, *Apiosoma* infestations in cultured fish can be prevented by improving the water quality.

4. Acknowledgements

This study is supported by the Suleyman Demirel University Scientific Research Fund, project number 2010-YL-10. The authors wishes to thank Ahmet ÖZER, Türkyay ÖZTÜRK for diagnosis of parasite and Argun Akif ÖZAK for knowledge support.

5. References

- Above, J.F.N., Briyai, O.F., Bassey, S.E. (2011). A review of some basic parasite diseases in culture fisheries Flagellids, Dinoflagellides and Ichthyophthiasis, Ichtyobodiasis, coccidiosis Trichodiniasis, Heminthiasis, Hirudinea infestation, crustacean parasite and ciliates. *British Journal of Pharmacology*, 2, 213–226.
- Altunay, S. and Yavuzcan Yıldız, H. (2008). Kesikköprü Baraj Gölü'nde Bir Kafes İşletmesinde Yetiştirilen Gökkuşuğu Alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Ektoparazitolojik Olarak İncelenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14 (2), 154-162.
- Cavdar, Y. (2017). Cage fishing in Turkey. <http://www.foodtime.com.tr/makale/turkiyede-kafes-balikciligim234.html>
- FAO (2016). The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to Food Security and Nutrition for all, Rome.
- FAO (2017). Globefish-Analysis and information on world fish trade. Proactive action pays off for seabass and seabream sector. The report analyses the market situation until October 2017. <http://www.fao.org/in-action/globefish/market-reports/resource-detail/en/c/1072507/>
- Li, M., Sun, Z., Wang, C., Zhang, L. (2016). Ultrastructural study of *Apiosoma piscicola* Blanchard, 1885 (Subclass: Peritrichia) on *Tachysurus fulvidraco* from China. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(4), 1429-1434
- Li, M., Wang, J.G., Gu, Z.M., Zhu, D.L., Zhang, J.Y., Gong, X.Y. (2008a). Progress of genus *Apiosoma*-a group of epizootic protozoa. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 31,1–5.
- Li, M., Wang, J.G., Zhu, D.L., Gu, Z.M., Zhang, J.Y., Gong, X.Y. (2008b). Study of *Apiosoma piscicola* (Blanchard 1885) occurring on fry of freshwater fishes in Hongze, China with consideration of the genus *Apiosoma*. *Parasitology Research*, 102, 931–937.
- Martins, M.L., Cardoso, L., Marchiori, N., de Pádua, S.B. (2015). Protozoan infections in farmed fish from Brazil: diagnosis and pathogenesis. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 24, 1–20.
- Meira-Filho M.R.C., Ramirez J.R.B., Vianna R.T., Júnior, J.P. (2017). Efficacy of glacial acetic acid in the control of *Trichodina* sp. and *Apiosoma* sp. associated with *Mugil liza*. *Aquaculture*, 479, 7-12.
- Moyses, C.R.S., Spadacci-Morena, D.D., Xavier, J.G., Antonucci, A.M., Lallo, M.A. (2015). Ectocommensal and ectoparasites in goldfish *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) in farmed in the State of São Paulo. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 24, 283–289.
- Öğüt, H., Akyol, A., Cılız, S. (2003). Kültür Alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) İlkbahar Başında Dış Parazitlerin Görünmesi. XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Eylül, Elazığ.
- Özcelep, T. (2009). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Bazı Ekonomik Balık Türlerinde Görülen Parazitler ve Türkiye'deki Durum. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 60s., Trabzon.
- Özer, A. and Erdem, O. (1998). Ectoparasitic protozoa fauna of the common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) caught in the Sinop Region of Turkey. *Journal of Natural History*, 32, 441-454.
- Pronin, N.M., Fleischer, G.W., Baldanova, D.R., Pronina, S.V. (1997). Parasites of the recently established round goby and tubenose goby (Cottidae) from the St. Clair River and Lake St. Clair, Michigan, USA. *Folia Parasitologica*, 44, 1-6.
- TÜİK, (2016). Turkish Statistical Institute. Aquaculture production. <http://www.turkstat.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=24657>
- Yavuzcan Yıldız, H. and Otgucuoglu, Ö. (2018). Ectoparasites of sea bass and sea beam mariculture in Turkey. 13th International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences Proceedings Book. ISBN: 978-605-68894-0-0, Publication of e-book date: 17.12.2018, page 7.



Burdur İkinci Ürün Koşullarında Bazı Şeker Mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata*) Çeşitlerinin Taze Koçan Özellikleri³

Ülkü YILDIRKAN¹, Burhan KARA^{1*}

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü – Isparta-Türkiye

*Sorumlu Yazar: burhankara@isparta.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 09.04.2020

Kabul tarihi: 12.06.2020

Anahtar Kelimeler: Taze mısır, ikinci ürün, verim, korelasyon

ÖZET

Araştırma; Burdur karasal iklim koşullarında ikinci ürün olarak haşlamalık/közlemelik taze şeker mısır yetiştirme olanaklarını araştırmak amacıyla 2019 yılında yürütülmüştür. Deneme; Argos, Batem tatlı, Bond, Calipos, Khan, Mirza, SF1280 ve Vega F₁ şeker mısır çeşitleri kullanılarak, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Çalışmada taze koçan hasadı gelişmenin 84-90. günleri arasında yapılmıştır. Genel olarak incelenen karakterler bakımından Mirza, SF1280, Vega ve Agros F₁ çeşitleri en yüksek değerlere sahip olmuştur. Koçan boyu, çapı, koçanda tane sayısı, ağırlığı, verimi ve taze koçan sayısı sırasıyla, 17.5-22.0 mm, 43.6-50.3 mm, 515.6-750.4 adet/koçan, 201.1-315.4 g, 1350.2-2021.0 kg/da ve 10384.5-10732.0 adet/da arasında ölçülmüştür. Korelasyon analiz sonucuna göre, tane verimine birinci sırada koçan boyu önemli ve pozitif etki göstermiş, bunu sırasıyla koçanda tane sayısı, dekara koçan sayısı, ağırlığı ve çapı izlemiştir.

Çalışma sonucuna göre, Burdur'da ikinci ürün koşullarında koçan özellikleri, verim ve dekara koçan sayıları göz önüne alındığında, taze mısır olarak Mirza, SF1280, Vega ve Agros F₁ çeşitlerinin önerilebilir olduğu sonucuna varılmıştır.

The Fresh Cop Characteristics of Some Sweet Corn (*Zea mays* L. var. *saccharata*) Cultivars in the Second Crop Conditions of Burdur

ARTICLE INFO

Received: 09.04.2020

Accepted: 12.06.2020

Keywords: Fresh corn, the second crop, yield, correlation

ABSTRACT

The research was carried out with aim to investigate of possibility of boiled/roasted fresh sweet corn cultivation in the second crop in the semi-arid climatic conditions of Burdur in 2019 year. The experiment was set up according to a randomized complete block design with three replicates using the Argos, Batem tatlı, Bond, Calipos, Khan, Mirza, SF1280 and Vega F₁ sweet corn cultivars.

Fresh corn was harvested between 84-90th days of growing. Generally, Mirza, SF1280, Vega and Agros F₁ in term of examined characteristics were highest values. The corn length, diameter, number of seed per cop, weight, yield and number of fresh corn were measured between 22.0 mm, 43.6-50.3 mm, 515.6-750.4 number per cop, 201.1-315.4 g, 1350.2-2021.0 kg da-1 and 10384.5-10732.0 number da-1, respectively. According to correlation analysis, significant and positive effect of ear length on grain yield was the first and it is followed by number of kernel per ear, number of ear per decare, ear weight and diameter, respectively.

According to the result of the study, Mirza, SF1280, Vega and Agros F₁ cultivars concluded that be recommended as fresh corn at considering ear characteristics, yield and number of corn per decare in the second crop conditions of Burdur.

1. Giriş

Ülkemizde başta sert mısır olmak üzere diğer mısır çeşitlerine ait koçanlar taze tüketim amacıyla kullanılmaktadır. Ancak tanesinde şeker ve yağ oranı daha yüksek şeker mısırı çeşitleri taze tüketime (haşlamalık, közlemelik) daha uygundur. Şeker mısır taze olarak tüketilebildiği gibi, konserve veya dondurulmuş olarak da değerlendirilmektedir. Ülkemizde şeker mısırın ekimi ile ilgili yeterli istatistik bilgi olmamakla birlikte, Ege ve Marmara bölgelerinde geniş alanlarda şeker mısır yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Taze koçan tüketmek amacıyla yetiştirilen şeker mısırda, ilk turfanda ürünler yüksek fiyatlardan pazarlanabilmektedir. Ülkemizde, güney ve batı bölgelerimizde alçak plastik tünel altında veya de ile yetiştiricilik yapılarak erkencilik sağlanmaktadır (Sarı ve Abak, 1997; Kula ve Karadoğan, 2017). Şeker mısır yaklaşık 75-80 günde hasat edilebilmesi sayesinde Akdeniz, Orta Anadolu ve geçiş bölgelerinde bölgelerde ikinci ürün olarak yetiştirilebilmektedir. Ayrıca erken hasatta yüksek fiyattan pazarlanabildiği gibi çok geç (sonbahar) piyasaya çıktığında yüksek ücretle satılabilmektedir. Bu durum hem işgücünün hem de arazinin daha etkili kullanımını sağlar ve diğer bitkilerin ekim alanlarını fazla etkilemeden taze mısır üretimi

³ Bu çalışma yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

kolaylıkla yapılabilir. Kısa vejetasyona sahip olması nedeniyle gübreleme miktarı, sulama sayısı ve diğer girdiler daha düşük olacaktır ve bu durum üretim maliyetini düşürecektir.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde hızlı bir nüfus artışı olmaktadır, buna karşın tarım anaları da aynı hızla azalmaktadır. Artan dünya nüfusunu besin ihtiyacını karşılamak için mevcut tarım arazilerinin etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Kısa vejetasyon süresine sahip alternatif ürünlerin ikinci ürün ve ara ürün olarak ekilmesi bu yöntemlerden birisidir. Süt olum döneminde hasat edilen şeker mısır koçan püskülü çıkardıktan yaklaşık 25 gün sonra ve ekimden itibaren ise 75-80 günde hasat edilebilmektedir. Bu özelliği ile Akdeniz ikliminde ikinci ürün olarak kolaylıkla yetiştirilebilen şeker mısır Orta Anadolu ve geçiş bölgelerinde ikinci ürün olarak yetiştirilerek arazilerin daha etkili kullanımı sağlanabilir. Akdeniz bölgesi ile Orta Anadolu bölgesinin geçiş alanında yer alan Burdur ilinde karasal iklim hüküm sürmektedir. Burdur ilinin toplam tarım arazisinin %44.6'sı sulanmaktadır. Bu sulanan arazilerde tam olarak miktarı bilinmemekle beraber buğday ve arpa gibi tahıl türlerinin tarımı da yapılmaktadır. Bölgede buğday-arpa hasadı Haziran ayının sonunda başlar ve 5-6 Temmuz'da

sona ermektedir. Bu tahıl alanlarında sulanabilen başka bir ürün ya ilkbaharın ekilmekte veya serin iklim tahılları yetiştirilecekse Ekim ayının ortası ve sonuna hatta Kasım ayının üçüncü haftasına kadar yapılabilmektedir. Bu çalışma toprağın boş kaldığı bu zaman periyodunu değerlendirmek için süt olum döneminde hasat edilebilen taze tüketime yönelik mısırın ikinci ürün olarak yetiştirilebilme olanaklarını araştırmak amacıyla yürütmüştür.

2. Materyal ve Metot

Denemenin yürütüldüğü Burdur ili, Akdeniz Bölgesi'nden Ege ve Orta Anadolu Bölgeleri'ne geçiş alanında 850 metre rakımda karasal iklime sahiptir. Araştırma, Burdur ikinci ürün koşullarında Argos, Batem tatlı, Bond, Calipos, Khan, Mirza, SF1280 ve Vega F₁ şeker mısır çeşitleri kullanılarak 2019 yılında tesadüf blokların deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Vejetasyon süresinde (Temmuz-Ekim, 2019) toplam yağış miktarı 48.0 mm, uzun yıllar ortalaması ise 79.0 mm olarak gerçekleşmiştir. Temmuz-Ekim ayları içerisinde ortalama sıcaklık 21.6 °C olup, uzun yıllar ortalamasına (21.8 °C) yakın olmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme alanı ve yılına ait iklim verileri*

Table 1. Climatic data belong to experiment area and year

İklim faktörleri	Yıl	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Top./Ort.
Yağış (mm)	2019	9.2	0.8	17.4	20.6	48.0
	Uzun yıllar	11.2	12.3	19.6	35.9	79.0
Ortalama sıcaklık (°C)	2019	25.0	25.5	21.4	14.7	21.6
	Uzun yıllar	25.9	25.6	21.3	14.5	21.8

*İklim verileri Burdur meteoroloji istasyonundan alınmıştır.

Deneme alanı toprağı killi-kumlu bir yapıya sahip olup, bazik, kireç oranı yüksek ve organik madde oranı düşük yapıdadır.

Deneme, Burdur merkezde buğday hasadından sonra (ön bitki buğday) toprak tava gelmesi için sulanmış, 3 gün sonra pullukla yaklaşık 20 cm derinliğinde işlenmiş, daha sonra diskaro çekilerek tohum yatağı hazırlanmış ve 8 Temmuz 2019'da ekim yapılmıştır. Parsel sıra uzunluğu 4 m ve 4 sıra, bloklar arasında 2 m, her parsel arasında bir sıra aralık bırakılmış, ekimden önce parsellere damla sulama boruları döşenerek 70 cm sıra arası ve 18 cm sıra üzeri mesafede (70 cm x 18 cm), her ocağa iki tohum gelecek şekilde 3-4 cm derinliğinde ekim yapılmıştır. Çıkıştan sonra her ocağa bir bitki kalacak şekilde tekleme yapılmıştır.

Ekimle birlikte taban gübresi olarak 15 kg/da (15-15-15), çapalamayla birlikte bitki diz boyu (35-40 cm) döneminde üst gübre olarak 12 kg/da üre uygulanmış, ekimden sonra çıkış yapana kadar ve çıkıştan sonra toprak nem düzeyi kontrol edilerek sulama yapılmıştır.

Taze koçan amacıyla hasat, çeşitlerin süt olum dönmelerinin sonuna doğru yapılmıştır. Hasat edilen taze mısırlarda koçan boyu (cm), koçan çapı (mm), koçanda tane sayısı (adet/koçan), tek koçan ağırlığı (g), koçan

verimi (kg/da) ve koçan sayısı (adet/da) ölçümleri yapılmıştır (Kara ve Akman, 2002).

Elde edilen verilerin varyans analizleri SAS istatistik paket programından faydalanılarak yapılmış ve ortalamalar arasındaki farkların önem düzeyleri LSD Testine (P<0.05, P<0.01) göre belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Burdur ikinci ürün koşullarında 84-90 günde arasında (30.09.2019-06.10.2019) süt olum döneminde haşlamalık/közlemelik taze şeker mısır hasat edilmiştir. Denemede kullanılan dokuz şeker mısır çeşidinin hasat süreleri arasında 6 gün fark olduğu belirlenmiştir. Bu farklılık çeşitlerin çiçeklenme sürelerinden kaynaklanmaktadır. Genel olarak diğer mısır çeşitlerine göre daha erkenci olan şeker mısır çeşitlerinin hasat süreleri süt olum döneminde çok belirgin olmamıştır. Ancak şeker mısır çeşitleri kendi içindi erkenci (70-80 gün), orta erkenci (85-90 gün) ve geçici (95-110 gün) olarak sınıflandırılmaktadır (Szymanek ve ark., 2006). Bu nedenle tane amaçlı tam olgunluk döneminde, çeşitlerin hasat süreleri arasındaki farklar daha belirgin olabilir. Taze tüketim amacıyla üretilen ürünlerde, tüketimin geniş sürelerle yayılması bakımından hasat süreleri arasındaki mesafenin uzun olması istenen bir durumdur.

Burdur ikinci ürün koşullarında şeker mısır çeşitlerinin koçan verimi ve koçan özellikleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 2). Koçan boyu 17.5 mm (Batem tatlı)-22.0 mm (Mirza), koçan çapı 43.6 mm (Batem tatlı)-50.3 mm (Vega), koçanda tane sayısı 515.6 adet/koçan (Batem tatlı)-750.4 adet/koçan (Mirza), tek koçan ağırlığı 201.1 g (Batem tatlı)-315.4 (Mirza), koçan verimi 1350.2 kg/da (Batem tatlı)-2021.0 kg/da (Mirza) ve koçan sayısı 10384.5 adet/da (Vega)-10732.0 adet/da (Agros) arasında değişmiştir (Çizelge 2). Genellikle, Mirza, F1280, Vega ve Agros çeşitlerinin koçan boyutları daha yüksek olmuş ve bu durum verime pozitif yansımıştır. Taze koçanların pazarlanmasında koçan boyu önemli bir özelliktir. Szymanek ve ark. (2006)'ye göre, pazarlanabilir taze koçan boyunun en az 10.16 cm (4 inç) olması gerekmektedir. Çalışmadan elde edilen taze koçanların %75'i pazarlanabilir koçan sınıfına girmiştir. Genel olarak kardeşlerden ve aynı bitkide çıkan ikinci koçanlar pazarlanabilir koçan sınıfı dışında

kalmıştır. Bozokalfa vd. (2004) İzmir koşullarında Ağustos ayında şeker mısır ekiminde, koçan boyu 13.53-18.07 cm, çapı 3.88-4.20 cm, sıra sayısı 14.53-16.53 adet/koçan sırada tane sayısı 26.07-33.24 adet ve koçan verimi 854.0-1102 kg/da, Kula ve Karadoğan (2017) Antalya örtü altı koşullarında koçan boyu 10.2-14.0 cm, koçanda tane sayısı 264.7-427.0 adet/koçan, pazarlanabilir koçan verimi 740.9-1436.9 kg/da ve toplam koçan verimi 859.9-1458.5 kg/da ve Bozkurt ve Karadoğan (2017) Antalya sera koşullarında koçan boyu 15.3-16.5 cm, koçan çapı 46.2-50.4 mm, koçanda tane sayısı 262.3-441.6 adet/koçan, pazarlanabilir koçan verimi 858.3-1783.6 kg/da ve toplam koçan verimi 1121.5-1912.0 kg/da arasında değiştiğini bildirmişlerdir. İlker (2011), Atar ve Kara (2017) ve Kara vd. (2018) şeker mısırdaki koçan veriminin yetiştirme koşullarına, çeşitlere, kardeşlenme özelliklerine, erkenci ve geçici olmalarına, koçan bağlama sayısı gibi özelliklerine bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Şeker mısır çeşitlerinin taze koçan verimleri ve özellikleri

Table 2. Fresh ear yields and characteristics of sweet corn cultivars

Çeşitler	Koçan boyu (mm)	Koçan çapı (mm)	Tane sayısı (adet/koçan)	Tek koçan ağırlığı (g)	Koçan verimi (kg/da)	Koçan sayısı (adet/da)
Argos	19.1d c	49.2 a	588.9 c	281.6 abc	1650.2 de	10732.0 a
Batem Tatlı	17.5 d	43.6 b	515.6 d	201.1 d	1350.2 f	10433.0 ab
Bond	19.5 bcd	49.4a	633.4 bc	274.7 abc	1659.7 de	10698.4 ab
Calipos	19.2 cd	46.6 ab	602.1 bc	283.7 abc	1758.3 cd	10542.3 ab
Febris	18.8cd	47.8 ab	622.5 bc	259.8 c	1711.6 cd	10680.7 ab
Khan	20.3 abc	48.2 ab	650.9 b	261.5 bc	1543.3 e	10671.1 ab
Mirza	22.0 a	49.8 a	750.4 a	315.4 a	2021.0 a	10658.2 ab
SF1280	21.47 ab	48.8 a	708.9 a	304.9 ab	1926.1 ab	10602.7 ab
Vega	20.1 abc	50.3 a	598.4 bc	313.6 a	1841.2 bc	10384.5 b
Kareler ort.	5.717	12.514	14170.485	3741.173	122778.481	50122.548
F değeri	6.59**	3.33*	27.33**	11.06**	30.96**	5.38*
Lsd	2.21	4.62	54.30	43.85	150.18	346.09
V.K (%)	4.71	4.02	3.61	6.62	7.66	8.37

*, **: Sırasıyla P<0.05, P<0.01 düzeyinde önemli.

Aynı sütunda benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Şeker mısırdaki bazı koçan özellikleri ve verim arasındaki korelasyon katsayılarına göre; tane verimi ile koçan boyu ($r=0.916^{**}$), koçan çapı ($r=0.373^{*}$), koçanda tane sayısı ($r=0.839^{**}$), koçan ağırlığı ($r=0.528^{**}$) ve dekara koçan sayısı ($r=0.626^{**}$) arasında pozitif ve önemli ilişkiler belirlenmiştir. İncelenen koçan özelliklerinin kendi arasındaki ilişkiler pozitif ve önemli olurken, koçan sayısı ile koçan ağırlığı arasındaki ilişki ise önemsiz çıkmıştır (Çizelge 3). İlker (2011) şeker mısırdaki tane verimi ile bitki boyu, koçan boyu ve taze koçan ağırlığı arasında pozitif ve koçanda sıra sayısı ile sırada tane sayısı arasında negatif

fakat önemsiz ilişkiler olduğunu bildirmiştir. Kökten ve Akçura (2017) tane verimi ile koçan boyu, koçan çapı, koçanda tane sayısı ve koçan ağırlığı arasında ilişkilerin pozitif, Çağatay ve Konuşkan (2017) mısırdaki tane verimi ile koçanda tane ağırlığı ve bin tane ağırlığı arasında istatistiksel olarak önemli ilişki saptanmıştır. Gür ve Kara (2019) mısırdaki tane verimi ile koçanda tane sayısı, koçan ağırlığı ve koçan boyu arasında önemli ve pozitif, tane verimi ile koçan çapı arasındaki ilişkiler önemsiz olduğunu bildirmişlerdir..

Çizelge 3. Şeker mısırdaki koçan verimi ile bazı koçan özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları

Table 3. Correlation coefficients between ear yield and some ear characteristic in sweet corn

Koçan özellikleri	Koçan verimi	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Koçan boyu (X ₁)	0.916**	1000				
Koçan çapı (X ₂)	0.373*	0.862**	1000			
Koçanda tane sayısı (X ₃)	0.839**	0.678**	0.968**	1000		
Koçan ağırlığı (X ₄)	0.528**	0.774**	0.439*	0.659**	1000	
Koçan sayısı/dekara (X ₅)	0.626**	0.916**	0.373*	0.839**	0.0046 ^{öd}	1000

*, **: sırasıyla, P<0.05 ve P<0.01 seviyesinde önemli, ö.d: önemli değil

4. Sonuç

Bir yıllık araştırma sonuçlarına göre, Burdur ikinci ürün koşullarında 84 günde taze şeker mısır koçan hasadının yapılmıştır. Mirza, SF1280, Vega ve Agros çeşitlerinin verim ve taze koçan boyutları yüksek olmuş ve Burdur ikinci ürün koşullarında önerilebilir bulunmuştur. Korelasyon katsayılarına göre; tane verimi ile koçan boyu arasında en yüksek önemli ve pozitif ilişki belirlenirken, bunu koçanda tane sayısı, dekara koçan sayısı, koçan ağırlığı ve çapı takip etmiştir.

Karasal iklim koşullarına sahip benzer bölgelerin sulanabilir alanlarında buğday ve arpa hasadından sonra sonbahar ekim zamanına kadar olan ara dönemde diğer mısır alt türlerine göre vejetasyon süresi daha kısa olan şeker mısır çeşitleri taze haşlamalık ve közlemelik mısır olarak yetiştirilebilir.

5. Kaynaklar

- Atar, B., Kara, B. (2017). Farklı derinliklerde çizilene ekimin şeker mısırın taze koçan verimi ve bazı koçan özelliklerine etkisi. DERİM, 34(2), 182-185.
- Bozkurt, M., Karadoğan T. (2017). Örtü altı koşullarında yetiştirilen şeker mısırı (*Zea mays saccharata* Sturt.) çeşitlerinde uygun ekim sıklığının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(2), 19-29.
- Bozokalfa, M.K., Eşiyok, D., Uğur, A. (2004). Ege bölgesi koşullarında ana ve ikinci ürün bazı hibrit şeker mısır (*Zea mays* L. var.

- saccharata*) çeşitlerinin verim kalite ve bitki özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1), 11-19.
- Çağatay, A., Konaşkan, Ö. (2017). Bazı ana ürün mısır çeşitlerinin Hatay ekolojik koşullarında verim düzeylerinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2), 1-9.
- Gür, İ., Kara, B. (2019). Trabzon ekolojik koşullarında at dişi hibrit mısır çeşitlerinin performansları. Black Sea Journal of Agriculture, 2(2), 103-108.
- İlker, E. (2011). Correlation and path coefficient analysis in sweet corn. Turkish Journal of Field Crops, 16(2), 105-107.
- Kara, B., Akman, Z. (2002). Şeker mısırında (*Zea mays saccharata* Sturt.) koltuk ve uç alma ile yaprak sıyrımının verim ve koçan özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2), 9-18.
- Kara, B., Gül, H., Dizlek, H. (2018). Şeker mısırda kardeş ve ikinci koçanın koparılmasının taze/körpe koçan verimine ve bazı özelliklerine etkisi. Mediterranean Agricultural Sciences, 31(2), 137-140.
- Kökten, K., Akçura, M. (2017). Performances of hybrid dent maize cultivars in Bingöl conditions. SDÜ Fen Bilim Enstitüsü Dergisi, 21(1), 261-265.
- Kula, N., Karadoğan, T. (2017). Örtü altı koşullarında yetiştirilen şeker mısırı (*Zea mays saccharata* Sturt.) çeşitlerinde uygun dikim zamanlarının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1), 39-48.
- Sarı, N., Abak, K. (1997). Alçak tünel uygulaması ve farklı ekim zamanlarının şeker mısırda (*Zea mays* L. var. *saccharata*) verim bitki büyümesi ve bazı agronomik özellikler üzerine etkileri. Doğa Dergisi, 21, 207-211.
- Szymanek, M., Dobrzański, B., Niedziółka I., Rybczyński, R. (2006). Sweet corn harvest and technology, physical properties and quality. Bohdan Dobrzański Institute of Agrophysics of Polish Academy of Sciences, Lublin 2006, 1st Edition - ISBN 83-89969-55-6.