

---

# Journal Of Tekirdağ Agricultural Faculty

Sayı/Issue: 2 Mayıs/May 2019

ISSN: 1302-7050

*Journal Of Tekirdağ Agricultural Faculty*, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi' nin ulusal, uluslararası ve hakemli dergisidir.

Yayımlanan makalelerin sorumluluğu yazarına/yazarlarına aittir.

*Journal Of Tekirdağ Agricultural Faculty* is the official peer-reviewed, international journal of Tekirdağ Namık Kemal University Agricultural Faculty. Authors bear responsibility for the content of their published articles.

## Dergi Hakkında/About the Journal

Adı/ Name

Journal Of Tekirdağ Agricultural Faculty (Mayıs 2019/May 2019)

ISSN: 1302-7050

İmtiyaz Sahibi/Owner

Prof. Dr. Ahmet İSTANBULLUOĞLU

## Yayın Kurulu/Editorial Management

**Prof. Dr. Mustafa MİRİK** (Baş Editör/Editor-in-Chief)

**Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ**

**Dr. Öğr. Üyesi Harun HURMA** (Editör/Editor)

**Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ**

**Cansu AYVAZ, Arş. Gör.** (Editör/Editor)

**Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ**

## Editoryal Danışma Kurulu/Editorial Adviser Board

Prof. Dr. Mustafa MİRİK, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Prof. Dr. Fatih KONUKÇU, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Prof. Dr. Ali İhsan ACAR, Ankara Üniversitesi, Ankara

Prof. Dr. Bryan M. JENKIS, California University, Amerika

Prof. Dr. Peter KISS, Szent Istvan University, Macaristan

Prof. Dr. Ümit GEÇGEL, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Prof. Dr. Eugenia BEZIRTZOĞLOU, University of Thrace, Yunanistan

Prof. Dr. Muhammet ARICI, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

Prof. Dr. Adnan ORAK, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Prof. Dr. Sezen ARAT, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Prof. Dr. Şule ARI, İstanbul Üniversitesi, İstanbul

Prof. Dr. Kasim BAJROVIC, Institute for Genetic Engineering and Biotechnology, Bosna Hersek

Prof. Dr. Zoran POPOVSKI, Cyril and Methodius University, Makedonya

Prof. Dr. Edo D'Agaro, University of Udine, İtalya

Prof. Dr. Tuğrul GİRAY, University of Puerto Rico, Amerika

Prof. Dr. M. Ömer AZABAĞAOĞLU, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Prof. Dr. Gamze SANER, Ege Üniversitesi, İzmir

Prof. Dr. Dimitar NIKOLOSKI, University of "St. Kliment Ohridski", Makedonya

Prof. Dr. Mariana IVANOVA, University of Agribusiness and Rural Development, Bulgaristan

Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Prof. Dr. M. Rüşü KARAMAN, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon

Doç. Dr. Zubair ASLAM; University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Doç. Dr. Christos KARELAKIS, Democritus University of Thrace, Orestiada, Greece

Doç. Dr. Süreyya ALTINTAŞ, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Doç. Dr. Fulya TAN, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Doç. Dr. Özgür SAĞLAM, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

---

**Akademik İçerik Danışmanlığı/Content Advisor**  
Online Bilgi  
**Telefon:** +90 (216) 693-2272 **Web:** <http://onlinebilgi.com.tr/>  
**Elektronik posta:** [feyza.saritas@onlinebilgi.com.tr](mailto:feyza.saritas@onlinebilgi.com.tr)

**Tasarım ve Uygulama/Graphic Design**  
Online Bilgi

**Baskı Öncesi Hazırlık/Prepress**  
Online Bilgi

**Yayın Türü/Type of Publication**  
Yerel Süreli Yayın/International Periodical

**Yayın Dili/Type of Language**  
Türkçe ve İngilizce /Turkish and English

**Yayın Periyodu/Publishing Period**  
Dört ayda bir Ocak, Mayıs ve Eylül aylarında yayımlanır/Triannual (January, May & September)

**Tarandığı İndeksler/Indexed by**  
TR DİZİN (ULAKBİM - Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi) CABI, AGRIS/CARIS (FAO-AGRS veri tabanı), ProQuest, Scopus, ESCI

**Yayın Tarihi/Publication Date**  
Mayıs 2019/May 2019



**İletişim/Correspondence**  
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi  
**Telefon:** +90 282 250 20 00/22 62  
**Web:** <http://jotaf.nku.edu.tr/Anasayfa/0/s/8236/10965>  
**Elektronik posta:** [ziraatdergi@nku.edu.tr](mailto:ziraatdergi@nku.edu.tr)

## İçindekiler / Contents

|  |         |
|--|---------|
| Effects of Different Growing Media on The Yield in Tomato, Cucumber and Pepper, and on Seedling in Tomato.....   | 112-120 |
| Muhittin ÇELEBİ  |         |
| Farklı Sıcaklık ve Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkileri.....  | 121-132 |
| Sadık ÇAKMAKÇI, Aynur DALLAR   |         |
| Spinetoram'ın Börülce Tohum Böceği, <i>Callasobruchus maculatus</i> (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae)'a Karşı Rezidüel Toksisitesinin Belirlenmesi.....       | 133-143 |
| Mert SULAR, Özgür SAĞLAM, Ali Arda IŞIKBER   |         |
| Manisa-Akhisar Yöresi Biber ( <i>Capsicum annuum</i> ) Plantasyonlarının Beslenme Durumları.....   | 144-156 |
| Seda ERDOĞAN BAYRAM, Ömer Lütfü ELMACI, Nejat ÖZDEN  |         |
| Elektrik Motorunun Parametrelerinden Yararlanarak Pompa Devir Sayısının Tahmini.....   | 156-162 |
| Uğur YEGÜL, Okray OREL, Maksut Barış EMİNOĞLU, Mustafa VATANDAŞ  |         |
| The Sugar Consumption Tendencies of University Students: The Case of Tekirdağ Namık Kemal University.....  | 163-172 |
| Sema KONYALI   |         |
| Çilekte Rhizoctonia Kök Çürüklüğü ( <i>Rhizoctonia solani</i> )'ne Karşı Bazı Bitki Aktivatörlerinin Etkileri.....   | 173-180 |
| Mustafa AYSAN, Selda KOZAK ÖZDEMİR, Ali ERKILIÇ  |         |
| Tekirdağ Koşullarında Farklı Lateral Tertip Biçimi ve Sulama Suyu Uygulamalarının Genç Ceviz Ağaçlarının Su Kullanımı ve Vejetatif Gelişme Parametrelerine Etkileri..... | 181-191 |
| Erhan GÖÇMEN, Tolga ERDEM  |         |
| Edirne İlinde Depolanmış Buğday ve Un Fabrikalarında Saptanan Zararlı Böcekler Üzerine Araştırmalar.....   | 192-201 |
| Oktay TOĞANTİMUR, Nihal ÖZDER  |         |
| İklim Değişikliğinin Trakya Bölgesi'nde Buğday Yetiştirilen Toprağın Nem Profiline Etkisinin Belirlenmesi.....   | 202-218 |
| Huzur DEVECİ, Fatih KONUKCU, Bahadır ALTÜRK  |         |
| Tekirdağ Koşullarında Patlıcan Bitkisinin Su Kullanım Özelliklerinin Belirlenmesi.....   | 219-230 |
| Seda Devrim YENİGÜN, Tolga ERDEM   |         |
| Bazı Bitki Ekstraktlarının <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i> 'nun Neden olduğu Domates Bakteriyel Benek Hastalığına Antibakteriyel Etkisi.....               | 231-243 |
| Feray KARABÜYÜK, Yeşim AYSAN   |         |
| Identification of <i>Propionibacterium</i> spp. Isolated from Mihaliç Cheeses by MALDI-TOF MS.....   | 244-250 |
| Göksel TIRPANI SİVRİ, Ömer ÖKSÜZ   |         |
| Antep Fıstığında ( <i>Pistacia Vera</i> L.) Kuru Koşullarda Gübrelemenin Verim ve Kaliteye Etkileri.....   | 251-259 |
| Korkmaz BELLİTÜRK, Meryem KUZUCU, Ahmet ÇELİK, Mehmet Fırat BARAN  |         |
| Kuzeybatı Anadolu'daki Bazı Zeytin ( <i>Olea europaea</i> L.) Bahçelerinin Ağır Metal ve Doğal Radyonüklit İçerikleri.....   | 260-269 |
| Bihter ÇOLAK ESETLİLİ, Tülin PEKCAN, Erol AYDOĞDU, Sevim TURAN, Dilek ANAÇ   |         |

## Effects of Different Growing Media on The Yield in Tomato, Cucumber and Pepper, and on Seedling in Tomato

Sera Koşullarında Farklı Yetiştirme Ortamlarının Domates, Hıyar ve Biberde Bitki Gelişimi ve Verimi ile Domateste Fide Kalitesi Üzerine Etkileri.

Muhittin ÇELEBİ<sup>1</sup>

### Abstract

This study was conducted to investigate the effects of different growth media on the yield of tomato, cucumber and pepper, which are widely grown in the area; and on the germination and seedling quality of tomato seeds. The study was established with 4 plant types x 5 growth media x 6 repetitions and 120 pots in total for 2 vegetation periods. Fantastic and Truss tomatoes, Demre long green pepper and local cucumber seedlings were used in the study. Mixture1 and Mixture2 consisted of peat and perlite and Mixture3 consisted of soil+ animal manure + perlite. The seedlings were distracted in pots containing the Mixture1, Mixture2, Mixture3, mere perlite and mere peat. As the germination media for the seeds, the mixture consisting of peat and perlite; and the mixture consisting of soil, animal manure, perlite, angular stream sand. The seeds were planted in seedling trays with 45 cells. The highest germination rate was obtained in the media with upper part perlite and lower part peat and mere peat medium with 96%. The 50% peat 50% perlite mixture was the second best with 94%. The highest fruit yield and plant height were obtained in Truss tomatoes by Mixture1, in Fantastic tomatoes by Mixture2, and in Pepper and Cucumber by Mixture 1.

**Keywords:** Peat, perlite, tomatoes, pepper, cucumber, growth media.

### Öz

Bu çalışma, değişik yetiştirme ortamlarının yörede yaygın olarak yetiştirilen domates, hıyar ve biber bitkilerinin gelişme ve verimleri ile domates tohumunun çimlenmesine ve fide kalitesine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada Hibrit fantastik ve salkım domates çeşitleri, Demre sivrisi biber ve yerli hıyar tohumları kullanılmış, yetiştirme ortamı olarak hacim üzerinden %62 torf %38 perlitten oluşan karışım II,%29 torf %71 perlitten oluşan karışım 1, yalnız perlit, yalnız torf ile 1:1:1 oranında dişli dere kumu, yanmış hayvan gübresi ve killi tınlı topraktan oluşan harç kullanılmıştır. Her bitki için her yetiştirme ortamından 6 adet saksı kullanılmıştır. tohumlar için çimlenme ortamı olarak %50 torf, %50 perlitten oluşan karışım, yalnız perlit, yalnız torf, 1:1 oranında üstü perlit altı torf olan 2 katmanlı ortam ile 1:1:1 oranında dişli dere kumu+yanmış hayvan gübresi + perlitten oluşan harç kullanılmıştır. Bu ortamlar kullanılarak hazırlanan 45 gözlü fide viyollerine 14 Nisanda tohumlar yerleştirilmiştir. Fidede tüm bitkilerde en yüksek çimlenme oranı ve en iyi fide kalitesi %96 ile yalnız torf ile üstü perlit altı torf olan ortamda gerçekleşmiştir. %50 torf %50 perlit karışımı %94'le ikinci, yalnızca perlit %88'le üçüncü,1:1:1 oranında toprak, gübre, perlit karışımı %57 ile son sırayı almıştır. Her iki domates çeşidinde de karışım II, Biberde ve Hıyarda karışım 1 ile en yüksek verim elde edilmiştir.

**Anahar Kelimeler:** torf, perlit, karışım, harç, yetiştirme ortamı

<sup>1</sup>**Corresponding Author:** Muhittin Çelebi, Cumra Vocational School, Selcuk University, Konya, Turkey. E-mail: mcelebi@selcuk.edu.tr  
OrCID: 0000-0002-6537-1641

**Citation:** Çelebi, M. Effects of different growing media on the yield in tomato, cucumber and pepper, and on seedling in tomato. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 112-120.

©This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>). Tekirdağ 2019

Turkey ranks the fourth in the greenhouse existence in the world, and the third among the Mediterranean countries after Spain and Italy; and the second in the greenhouse where vegetables are grown after Spain (Ilbay et al. 2015). Tomato, cucumber and pepper are important vegetables that are grown widely in Turkey. The constant use of greenhouse soil cause problems due to infections, and the necessary precautions to eliminate these problems increase the costs, and cause environmental problems.

Facility in supply, being light and homogenous, having suitable cost, facility in processing, having high water-retention capacity and sufficient aeration are among the important chemical, physical and biological characteristics in horticulture industry (Mathur and Voisin, 1996; Sahin et al., 2002; Ingram et al., 2003; Raviv et al., 2002; Sahin and Anapali, 2006; Yilmaz et al. 2014). Cultivation without soil is considered as the safest alternative to soil and closed-soilless culture systems in terms of disinfection (Wohanka, 2002). De Boodt and Verdonck (1972) and Fonteno et al. (1981) conducted a study and reported that ideal media must have Total Pore Space (TPS) of over 85%. Michiels et al. Conducted a study in 1993 and reported the same ratio as 85-95%. It is generally accepted that the pH values, the nutrients and salt contents being lower is good for the media (De Boodt and Verdonck, 1972). An ideal growth medium must have a pH range between 5.3 and 6.5; and the EC level must be less than 0.50 dSm<sup>-1</sup> (Raviv et al., 1986; Abad et al., 2001). However, there has not been any single ideal growth media for the nursery produced horticultural crops (Poole et al., 1981, Raviv et al., 1986, Bugbee and Frink, 1996). It has been reported that high organic matters support the growth of plants (Abad et al., 2001).

The components of a growth medium have been classified by Schmilewski (2008). He classified those under 4 categories, which are; (1) Peats (i.e. Bog peats and fen peats); (2) Composted materials (green wastes, barks, wood wastes, etc.); (3) Other organic materials (barks, coir, wood fiber, wood chips, rice hulls, etc.); and (4) Mineral Materials (perlite, clay, vermiculite, sand, pumice, mineral wool, etc.). Peats have several physiochemical properties that make them be considered as one of the major components of potting (Handreck and Black, 2002). However, they also cause some environmental problems as well as being beneficial (Granberry et al., 2001; Wilson et al., 2001; Tsakalidimi, 2006; Chalker-Scott, 2014).

A great deal of alternative growth media without soil has been investigated throughout history, which are; pumice stone (Karaman and Brohi, 1995), dried lake soils mixed farm yard manure (Karaman, M.R., Brohi A.R. and Er, F., 2003) coconut coir (Arenas et al., 2002), wood fibers (Gruda and Schnitzler, 2004), rice hulls (Evans and Gachukia, 2004). Also, Herrera et al. (2008); Kasmi et al. (2012) recommended the use of municipal solid wastes; Atiyeh et al. (2000); Bachman and Metzger (2008) recommended using vermin-composts; and Ceglie et al. (2011) suggested using green waste composts.

Despite these struggles in developing alternative growth media, peats are still among the most important substances in terms of growth media (Reinhofer et al., 2004; Schmilewski, 2008; Michel, 2010). Verdonck, (1991), Olympios, (1992), Kreen et al. (2002) and Sirin et al. (2010) reported that when peats were mixed with perlite increased the growth parameters of plants because peats had high cation exchange capacity, and the results showed that the yield was more in peat-perlite mixtures.

Lazcano et al. (2009) and Danaher et al. (2011) conducted studies and reported that substitution of  $\geq 50\%$  container-mix with alternative media without soil developed the plant growth in tomatoes.

The aim of this study was to investigate the effects of using peats (Peat), perlite and soil-based growth media as potting media on cucumber, tomato and pepper; and to evaluate the influences of the media on the Growth and Fruit Yields. It was also evaluated on the germination and quality of tomato seedlings.

## Materials and Methods

Typical characteristics of a continental climate are observed in the study area, summers are hot and dry, and winters are cold and wet. Sometimes, the temperature drops to -26°C in January and February, which are the coldest months. Major irrigation sources are underground water, Beysehir Lake, and Apa Dam.

### Experimental Design (The Fruit Yield on pepper, tomato and cucumber)

The study was conducted with 4 plant types x 5 growth media in 6 repetitions; 120 pots in total for 2 vegetation periods in Glass Green House of S.U. Çumra Vocational High School in plastic pots of 13-liter volume. The growth media used in the study are as follows;

1. Mixture I (M1): This medium was prepared with 71% perlite and 29% peat by mixing them based on the volume.

2. Mixture II (M2): This medium was prepared with 38% perlite and 62% peat by mixing them based on the volume.
3. Mixture III (M3): This medium was prepared by mixing 1 cup of burnt animal manure, 1 cup of angular stream sand, and 1 cup of loamy-clay soil.
4. Perlite: The whole of this medium consists of the perlite produced by Etibank Company
5. Peat: The whole of this medium consists of manure added peat.

The Demre long pepper, local cucumbers, Truss tomatoes and Fantastic tomato seedlings were used. The seedlings, which were planted and grown from the seeds in sterile multi-celled seedling trays on 14<sup>th</sup> of April, were transferred to pots when they were 5-6 weeks old on 28<sup>th</sup> of May, which is recommended by Peet and Welles (2005) and Zeidan (2005).

The distance between the plants in pots was approximately 60 cm. The first harvest was on 20<sup>th</sup> July, and the latest was on 15<sup>th</sup> November. The products obtained from the harvest were recorded after they were weighed in the sensitive scale, and the plant heights were measured with a measuring device during the vintage time.

In order to feed the plants the nutrition solution containing approximately 300 mg K, 200 mg N, 100 mg Ca, 30 mg Mg, 40 mg P and sulphur, iron, zinc, mangan, boron, copper, molybdenum; and ammonium nitrate, mono potassium phosphate (MKP), potassium sulfate, calcium nitrate, magnesium sulfate per liter were given, to perlite pots once a day to ensure 20% drainage and to allow accumulation of water at the bottom of the pots at full level. To the others, the nutrients and water were given at a rate of 40% of the field capacity by considering the water demand and the moisture holding capacity of the plants. Drainage was ensured at each irrigation; and ammonium nitrogen was used at a rate of 20% to prevent salinization and pH increase. The pH value of the media was kept at <7,0; and the EC value was kept at < 1,5 dS/cm conditions during the growth season. The pH and EC values were measured by digital devices. The city water, which had  $EC \times 10^6 < 300 \mu S/cm$ ,  $SAR < 10$  (C2S1 characteristics) was used.

90 pieces of Fantastic tomato seeds for each growth medium were also placed in plastic trays containing 45 cells on 4<sup>th</sup> of April; and the seedlings were watered from the upper parts by using mini sprinkler caps. In order to prevent the seedlings from being influenced by the cold, the radiant heating system, which was established on the roof of the greenhouse, was used. The seedlings, which appeared after germination, were transferred to the pots, which contained the above-mentioned growth media on 14<sup>th</sup> of May. The day on which the seeds germinated and appeared on the surface for the first time was accepted as the first emergence date, and the number of the plants that emerged on this date (the time starting of seedlings) was assessed as the first emergence percentage (%). The germination percentages and the heights of the seedlings in different media were assessed in a statistical manner.

In order to feed the seedlings, a solution containing approximately 100 mg N, 30 mg K, 30 mg P, 30 mg Mg, 30 mg Ca and sulphur, iron, zinc, mangan, boron, copper, molybdenum for per liter was used. The growth media for germination in 45-cell plastic trays are as follows;

1. Perlite+PeatMixture (M4): This medium was prepared by mixing 50% perlite and 50% peat based on the volume.
2. Perlite on the upper part, and Peat on the lower part (M5): This mixture was prepared by placing perlite and peat on top of the other one with equal amounts without mixing them.
3. Soil+animal manure+perlite Mixture (M6): This medium was prepared by mixing soil+manure and perlite at a rate of 1.1.1.
4. Perlite: The whole of this medium consists of the perlite produced by Etibank Company
5. Peat: The whole of this medium consists of manure added peat.

## Data Analysis

In order to analyze the effects of the treatments on the yield and quality, the Analysis of Variance (ANOVA) was used. Also, the Least Significant Difference (LSD) Test was conducted for the comparison and ranking of the

treatment media. The difference was accepted as being significant at a value of  $P \leq 0.05$ .

## Results and Discussion

### Fruit Yields

The variance analysis results of the effects of different growth media in greenhouse conditions on Truss tomatoes, Fantastic tomatoes, Pepper and Cucumber are given in Table 1; and the average yield values are given in Table 2.

**Table 1.** The variance analysis results of the effects of different growth media in greenhouse conditions on Truss tomatoes, Fantastic tomatoes, Pepper and Cucumber.

| Variation Source  | S.D. | Quadratic Means |
|-------------------|------|-----------------|
| Plant types (A)   | 3    | 19473925.9 **   |
| Growth Medium (B) | 4    | 2232627.7 **    |
| A*B               | 12   | 218017.9 **     |
| Error             | 40   | 17861.7         |
| General           | 59   | 1198016.5       |

\*\* $p > 0.01$

**Table 2.** The average yield values (gr/pot) of the tomatoes, tomatoes, pepper and cucumber; and the comparison of these according to the LSD Test.

| Growing Media                     | Truss tomatoes | Fantastic tomatoes | Pepper | Cucumber |
|-----------------------------------|----------------|--------------------|--------|----------|
| Turf                              | 3643 b         | 3200 c             | 958 b  | 1747 b   |
| Perlite                           | 3097 c         | 3148 c             | 913 b  | 1850 b   |
| Loamy soil + Manure + Perlite(M3) | 2500 d         | 2437 d             | 810 b  | 1730 b   |
| Mix 1 (M1)                        | 3950 a         | 3688 b             | 1322 a | 2540 a   |
| Mix 2 (M2)                        | 3927 a         | 4035 a             | 1030 b | 2520 a   |
| LSD (5%)                          | 220.5          |                    |        |          |

As it is seen in Table 1, the effect of the plant types (A), Growth Medium (B) and A\*B interaction on the yields of the plants that were included in the study is at a statistically significant level ( $p > 0.01$ ). This situation shows that the yield values obtained vary according to the plant type, which is a natural result; and vary at a significant level depending on the Growth Medium.

As a matter of fact, as it may be observed in Table 2, the highest fruit yields were obtained in (M1) and (M2) media. In Truss tomatoes in M1 media, more fruit yields were obtained at a rate of 8.4%, 27.5%, 58 and 0.6%, respectively, when compared with the peat, perlite, M3 and M2 media. According to LSD Test, the M1 and M2 constituted the first group (a), Peat constituted the second group (b), Perlite constituted the third group (c), and M3 constituted the fourth group (d) in terms of the yield obtained from Truss tomatoes. The differences between these groups were found to be statistically significant ( $p > 5\%$ ).

In Fantastic tomatoes, in the M2 Growth Medium, where the highest yield was obtained, increases were obtained at a rate of 26.1%, 28.2%, 65.6% and 9.4%, respectively when compared with the peat, perlite, M3 and M1 media. In terms of the yield obtained from Fantastic tomatoes, the differences between the media other than M1 and M2 were found to be at a statistically significant level with 5% (Table 2).

Pepper gave the highest yield in M1 Growth Medium; and according to the LED Test, the medium constituted the first group (a) and the other media constituted the second group (b). Although there is no significant difference between the two groups in statistical terms in terms of pepper yield, the differences between the growth media that constituted the second group were found to be at insignificant levels. The fruit yield of pepper obtained with M1 medium was found to be higher by 38%, 44.8%, 63.2% and 28.3% than Peat, Perlite, M3 and M2, respectively.

The yield values of cucumber changed depending on the growth media, and in terms of average yield values, M1 and M2 constituted the first group (a), peat, perlite and M3 constituted the second group (b). The differences

between the groups are at a statistically significant level with 5%. The yield in cucumber in M1, which gave the highest yield, was higher at a rate of 45.4%, 37.3%, 46.8% and 0.8% when compared to peat, perlite, M3 and M2 media.

The Variance Analysis results of the effect of different growth media in greenhouse conditions on plant height of Truss tomatoes, Fantastic tomatoes, Pepper and Cucumber are given in Table 3; and the average height values are given in Table 4.

**Table 3. The Variance Analysis on plant height.**

| Sources of variation | S.D. | Root Mean Square |
|----------------------|------|------------------|
| Crops (A)            | 3    | 41498.5 **       |
| Growing media(B)     | 4    | 11669.8 **       |
| A*B                  | 12   | 863.0 **         |
| Error                | 40   | 54.9             |
| General              | 59   | 3114.0           |

\*\*p>0.01

**Table 4. Average height (cm) and the comparison of these values according to the LSD Test.**

| Growing Media                      | Truss Tomato | Fantastic Tomato | Pepper | Cucumber |
|------------------------------------|--------------|------------------|--------|----------|
| Turf                               | 128 b        | 163 b            | 58 b   | 189 c    |
| Perlite                            | 113 c        | 130 c            | 40 c   | 174 d    |
| Loamy soil + manure + Perlite (M3) | 89 d         | 102 d            | 45 c   | 112 e    |
| Mix 1 (M1)                         | 181 a        | 175 a            | 72 a   | 217 a    |
| Mix 2 (M2)                         | 187 a        | 176 a            | 66 a b | 203 b    |
| LSD (%5)                           | 12.2         |                  |        |          |

As it is seen in Table 3, the effect of the plant types (A), Growth Medium (B) and A\*B interaction on the plant heights grown in the study was at a statistically significant level ( $P>0.01$ ). This situation shows that plant heights change at a significant level depending on the Growth Medium because the change of plant heights according to plant types is a normal result. As a matter of fact, as it may be observed in Table 4, the highest plant height increase was obtained in M1 and M2. The plant height changed between 89 and 187 cm in Truss tomatoes, depending on the Growth Medium. According to the LSD Test, M1 and M2 first group (a), Peat second group (b), Perlite third group (c) and M3 fourth group (d). The differences between these groups have been found to be at a statistically significant level ( $p>5\%$ ).

The plant height in Fantastic tomatoes changed between 102-176 cm depending on the growth media, and the M2 and M1, which gave the highest plant height values, constituted the first group (a), Peat constituted the second group (b), Perlite constituted the third group (c) and M3 constituted the fourth group (d). The differences between the groups were at a statistically significant level with 5%.

The best plant height growth was observed in the pepper in Mixture 1. However, the differences between the M1 and M2; and M2 and Peat media were found to be at a statistically insignificant level in terms of the plant height of pepper (Table 4). The height values of cucumber also changed according to the growth media, and the best height was obtained in M1 as the first group (a), followed by M2 as the second group (b), by Peat as the third group (c), by Perlite as the fourth group (d), and by M3 as the fifth group (e). The differences between the groups are at a statistically significant level with 5%.

No significant differences were found between the M1 and M1 media in terms of the height and yield values. For this reason, for growing tomatoes and cucumber, preferring either M1 or M2 according to cost-effective considerations will be suitable. In pepper, the situation is a little different. Although there is no statistically significant difference between M1 and M2 in terms of pepper growth and yield, more yields were obtained from M1 than M2 at a rate of 28.3%. Therefore, M1 may be recommended for growing peppers in greenhouse conditions. The findings are consistent with the results of the study conducted by Sahinet *al.* (1998), who reported that mere peat and peat mixed at a rate of 50% were recommended. Several studies have reported similar results



in media that contained peats and perlite; for example *Petunia* peats + 10% perlite and *Pelargonium* and *Salvia* less than 25% of compost+ perlite were recommended by Popescu, G. and Popescu, M (2015) and Do and Scherer (2013), respectively. Yılmaz *et al.* (2014) conducted a study and reported that peat, perlite, vermiculite, pumice and coco peats were important media to produce seedlings. Rippey *et al.* (2004) conducted a study and reported that although the percentage of 1<sup>st</sup> class fruits were lower in Conventional Media (CM) than Organic Media (OM) for F99 tomato, the total yield of them was similar (peat / perlite / vermiculite and others). Although perlite has higher stability values (as inorganic medium), no development was observed in yield for bell pepper or long English cucumber compared to the sawdust (Nichols and Savidov, 2009).

Peat and perlite are standard and sterilized, and therefore ensure high germination rates, and easy to obtain, which are important advantages. Verdonck (1991), Olympios (1992), Kreenet *al.* (2002) and Sirinet *al.* (2010) conducted studies and reported that mixed peat + perlite gave an important yield in all growth periods. Peat has high cation exchange capacity, and the roots are aerated and watered well in perlite. Adding perlite to peat decreases the costs and increases the quality and yield, which make this option become even more advantageous. The price of perlite is extremely cheaper than peat in Turkey.

### The Germination and Seedling Development

The first starting date of the seeds placed in the trays is given in Table 5, the germination rates obtained in seedlings, seedling heights and the dates when the seedlings exceeded 25% are given in Table 6.

**Table 5. The first starting dates of the seeds placed in different germination media on 4<sup>th</sup> of April.**

| Germinating media                  | The time starting to surface | %  |
|------------------------------------|------------------------------|----|
| Turf                               | 13 April                     | 21 |
| Turf + perlite (M4)                | 13 “                         | 4  |
| Perlite                            | 15 “                         | 2  |
| Perlite + Turf double layer (M5)   | 15 “                         | 12 |
| Loamy soil + Manure + Perlite (M6) | 21 “                         | 18 |

As it is seen in Table 5, the earliest starting to surface was obtained with peat, peat + perlite mixture (M4) follows this, and the latest starting was observed in the medium which contained soil + perlite + manure mixture (M6). There was a starting date difference of 8 days between the mere peat and soil + perlite + manure mixture. While the rate of starting to surface rate on the 9<sup>th</sup> day was 21% in the peat, the rate of starting was observed as being 18% in the soil + perlite + manure mixture on the 17<sup>th</sup> day. Peat is in the first rank to be preferred in seedlings in terms of being early and in terms of germination and seedling quality. Adding perlite to peat in seedbed compost decreases the cost, which is an important benefit. As it is observed well, there is a considerable earliness and a high germination rate in peat medium, and the distraction of the seedlings is easier and safer. Peat is in the position of being the first material to be preferred in terms of earliness, germination rates and quality in the seedlings. The results are parallel to the results reported by Jankauskienė (2012), which claimed that cultivating tomatoes in peat bags could be transplanted both in younger and older age; and the growth stage had no influences on the average tomato fruit weight.

The germination rates of the seedlings are given in Table 6 after their heights were measured. In addition, the starting dates of the 25% of the seeds in each medium are also given in the table.

**Table 6. The seedling rates, heights and the starting dates of 25% of them.**

| Germinating media                  | Germination / seedlings rates (%) | Average length of Seedlings (cm) | The time starting to surface 25% of seedlings |
|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---|
| Turf                               | 96                                | 9,8                              | 14 April                                      |
| Perlite + Turf double layer (M5)   | 96                                | 9,7                              | 17 “  |
| Turf + Perlite (M4)                | 94                                | 9,7                              | 14 “  |
| Perlite                            | 88                                | 6,5                              | 17 “  |
| Loamy soil + manure + Perlite (M6) | 57                                | 4,5                              | 24 “  |

As it is seen in Table 6, the highest seedling number was obtained in the peat and M5. The seedling rate of the peat and M5 was 96%; and M4 followed this with 94%; perlite with 88%; and M6 with 57%. In terms of

the heights of the seedlings, the peat was the first with 9,8 cm; M4 and M5 were the second with 9,7cm. Perlite and M6 followed this with 6,5cm and 4,5cm, respectively. The best results were obtained in the peat medium in terms of seedling height. It is observed that the growth media consisting of peat; and peat + perlite mixtures provide important advantages. However, mixing perlite and peat at a rate of up to 50% will be more beneficial because this will decrease the cost without affecting the yield and quality. The perlite-peat mixture is found to be recommendable in growing vegetables when the issues like the facility of obtaining, being standard and sterile and being easy to apply are considered; and the peat is recommendable in seedling production. The results are parallel to the results reported by Verdonck (1991), Olympios (1992), Kreen *et al.* (2002) and Sirin *et al.*(2010).

### **Conclusion**

In recent years, because of weariness, salination, infection of disease factors, and similar other negative elements, modern greenhouses stopped growing plants in natural greenhouse soil. The companies are in need of new media and methods instead of soil.

It is observed that the growth media consisting of peat; and peat + perlite mixtures provide important advantages. However, mixing perlite and peat at a rate of up to 50% will be more beneficial because this will decrease the cost without affecting the yield and quality. The perlite-peat mixture is found to be recommendable in growing vegetables when the issues like the facility of obtaining, being standard and sterile and being easy to apply are considered; and the peat is recommendable in seedling production. The mixture with soil in seedlings is not considered suitable because the soil is not standard. Furthermore, controlling the salt and pesticides is difficult for farmers, and it has less germination rates when compared to the other media. However, when mere peat is used, the surface of the peat must be prevented from forming a crust until the seeds are germinated and started. Otherwise, the seedlings cannot break this crust and cannot start to the surface, and die after some time.

## References

- Abad, M., Noguera, P. and Bures, S. 2001. National inventory of organic wastes for use of growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology* 77(2): 197–200
- Arenas, M., Vavrina, C.S., Cornell, J.A., Hanlon, E.A., Hochmuth, G.J. 2002 Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production. *HortScience* 37: 309–312. Retrieved from <http://hortsci.ashspublications.org>
- Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards C.A., Bachman, G., Metzger J.D., Shuster W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia* 44: 579–590. doi:10.1078/s 0031-4056(04)70073-6
- Bachman, G.R., Metzger, J.D. .2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresour Technol* 99: 3155–3161. doi:10.1016/j.biortech.2007.05.069
- Bugbee, G.J. and Frink, C.R. 1986. Aeration of potting media and plant growth. *Soil Sci.* 141: 438–41
- Ceglie FG, Elshafie H, Verrastro V, Tittarelli F. 2011. Evaluation of olive pomace and green waste composts as peat substitutes for organic tomato seedling production. *Compost Sci Util* 19:293–300. doi:10.1080/1065657x.2011.10737011
- Chalker-Scott, L. 2014. The Myth of Permanent Peatlands. Extension Urban Horticulture, Washington State University. <http://puyallup.wsu.edu/wp-content/uploads/sites/403/2015/03/horticultural-peat.pdf>
- Danaher, J. J., Pickens, J. M., Sibley, J. L., Chappel, J. A., Hanson, T. R., Boyd, C. E. .2016. Tomato seedling growth response to different water sources and a substrate partially replaced with dewatered aquaculture effluent. *Int J Recycl Org Waste Agricult* DOI 10.1007/s40093-016-0114-x.
- De Boodt M, Verdonck O (1972). The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Hortic.* 26:37-44.
- Do, T.C.V., Scherer, H.W. 2013. Compost as growing media component for salt-sensitive plants. *Plant Soil Environ.* Vol. 59, 2013, No. 5: 214–220
- Evans MR, Gachukia M. .2004. Fresh parboiled rice hulls serve as an alternative to perlite in greenhouse crop substrates. *HortScience* 39:232–235. Retrieved from <http://hortsci.ashspublications.org/>
- Fonteno, W.C., Casel, D.K. & Larson, R.A. .1981. Physical properties of three container media and their effect on poinsettia growth. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 106(6):736–741)
- Granberry DM, Kelley WT, Langston DB Jr, Rucker KS, Diaz-Perez J.C. 2001. Testing compost value on pepper transplants. *BioCycle* 42: 60–62.
- Gruda, N., Schnitzler G.H. 2004. Suitability of wood fiber substrates for production of vegetable transplants II. The effect of wood fiber substrates and their volume weights on the growth of tomato transplants. *Sci Hortic* 100:333–340. doi:10.1016/j.scienta.2003.09.004
- Handreck, K.A. and Black, N.D. 2010. *Growing Media for Ornamental Plants and Turf*. UNSW Press. viii, 551 p. ISBN. 9781742230825 (pbk.)
- Herrera, F., Castillo, J.E., Chica, A.F., Lopez Bellido, L. 2008. Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants. *Bioresour Technol* 99:287–296. doi:10.1016/j.biortech.2006.12.042
- İlbay, E., Mavi, F., Budak, E. Z., Gökşen, F. and Ülgür, S. Z. 2015. TR63 Bölgesi Seracılık (Örtüaltı Bitki Yetiştiriciliği) Sektör Raporu. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı (DOĞAKA). <http://www.dogaka.gov.tr/> Icerik/Dosya/www.dogaka.gov.tr\_622\_LK5L43WG\_Seracilik-ortualti-Bitki-Yetistiriciligi-Sektor-Raporu-2015.pdf
- Ingram, D. L., Henley R. W., and Yeager T. H. 2003. Growth media for container grown ornamental plants. Environmental Horticulture Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, BUL 241.
- Jankauskienė, J., Brazaitytė, A., Bobinas, Č., Duchovskis, P. 2013. Effect of Transplant Growth Stage on Tomato Productivity. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 12(2) 2013, 143-152.
- Karaman, M.R. and Brohi, A.R. 1995. The effect of pumice stone as a plant growth medium on the water consumption and growth of corn plant at different N rates. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 19: 355-360.
- Karaman, M.R., Brohi A.R. and Er, F. 2003. Possible use of dried hotamis lake soils mixed farm yard manure as a growth medium in white carnation production, 14<sup>th</sup> International Symposium of Fertilizers (CIEC), 22-25 June, Debrecen-Macaristan, Proceedings, pp. 466-472.
- Kasmi, A., Latigui, A., Metai, K., Sahli, B., Dilem, A. 2012. Use of sewage sludge and fiber palm co-compost as components of substrates *Lycopersicon esculentum* and *Cucumis melo* cultivated in soilless crop. *Am J Plant Physiol* 7:92–103. doi:10.3923/ajpp.2012.97.103
- Kreen, S., Svensson, M., Rumpunen, K. 2002. Rooting of *Clematis* microshoots and stem cuttings in different substrates. *Scientia Horticulturae* 96: 351-357.
- Lazcano, C., Arnold, J., Tato, A., Zaller, J.G., and Dominguez, J. 2009. Compost and vermicompost as nursery pot components: effects on tomato plant growth and morphology. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7:944-951.
- Mathur, S. P., and Voisin, B. 1996. The use of compost as greenhouse growth media. Final report, Ministry of Environment and Energy, Ontario.
- Michiels, P., Hartmann, R. and Coussens, C. 1993. Physical properties of peat in an ebb/flood irrigation system. *Acta Hort.*, 342: 205–219.
- Nichols, M.A., Savidov, N.A. 2009. Evaluation of greenhouse substrates containing zeolite. *ISHS Acta Horticulturae*, 843: 297–302.
- Olympios, C.M. 1992. Soilless media under protected cultivation. Rockwool, peat, perlite and other substrates. *Acta Horticulturae* 323: 215-234.

- Peet, M.M. & Welles, G. 2005. Greenhouse tomato production. In E. Heuvelink, ed. Tomatoes, p. 257–304. CABI Publishing.
- Poole, R.T., Conover, C.A. and Joiner, J.N. 1981. Soils and potting mixtures. In J. N. Joiner (ed.) Foliage Plant Production. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. pp. 179-202.
- Popescu, G. C. and Popescu, M. 2015. Effects of different potting growing media for *Petunia grandiflora* and *Nicotiana alata* Link & Otto on photosynthetic capacity, leaf area, and flowering potential, Chilean Journal of Agricultural Research 75(1)
- Raviv, M., Chen, Y., Inbar, Y., 1986. Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants. In: Chen, Y., Avnimelech, Y. (Eds.), The Role of Organic Matter in Modern Agriculture. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, pp. 257–287
- Raviv, M., Wallach, R., Silber, A. and Bar-Tal, A. 2002. Substrates and their analysis. In: Hydroponic production of vegetables and ornamentals (Savvas, D., Passam, H., eds). Athens: Embryo Publications, pp: 25- 101.
- Reinhofer, M., Lettmayer, G., and Taferner, K. 2004. Torferstatzprodukte Torfersatz durch biogene Rest- und Abfallstoffe – Vorprojekt, Endbericht – Modul B, Institut fuer Nachhaltige Techniken und System – Joins, Frohnleiten, Austria, 44, 2004.
- Rippy Janet, F.M. , Peet Mary, M. , Louws Frank, J. , Nelson Paul, V. , Orr David, B., and Sorensen Kenneth, A. 2004. Plant Development and Harvest Yields of Greenhouse Tomatoes in Six Organic Growing Systems. Hortscience 39(2), pp. 223-229.
- Şahin, Ü. Özdeniz, A., Zülkadir, A., Alan, R. 1998. The Effects of Different Growing Media on Yield, Quality and Growth of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Grown and Irrigated by Drip Irrigation Method Under the Greenhouses Conditions. Tr.J. of Agriculture and Forestry , 22, 71-79.
- Şahin, U., Anapali, O. and Ercisli, S. 2002. Physicochemical and physical properties of some substrates used in horticulture. Gartenbauwissenschaft 67:55-60.
- Şahin, U., and Anapali, O. 2006. Addition of pumice affects physical properties of soil used for container grown plants. Agric. Conspec. Sci. 71:59-64
- Şirin, U., Ertan, E., Ertan, B. 2010. Growth substrates and fig nursery tree production. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), v.67, n.6, p.633-638, November/December 2010.
- Schmilewski, G. 2008. The Role of peat in assuring the quality of growing media, Mires Peat, 3, 1–8.
- Tsakalimi M (2006). Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) core and rice hulls as components of container media for growing *Pinus halepensis* M. seedlings. Bioresource Technology 97: 1631–1639.],
- Verdonck, O. 1991. Horticultural Substrates. International Course on Vegetable Production. Wageningen, The Netherlands. p. 95.
- Wilson S.B., Stoffella, P.J., Graetz, D.A. 2001. Evaluation of compost as an amendment to commercial mixes used for container-grown golden shrimp plant production. Hort. Technology 11: 31–35
- Wohanka, W. 2002. Nutrient solution disinfection. In D. Savvas & H.C. Passam, eds. *Hydroponic production of vegetables and ornamentals*, p. 345–372. Embryo Publications, Athens, Greece
- Yılmaz, E., Sönmez, I., Demir, H. 2014. Effects of Zeolite on Seedling Quality and Nutrient Contents of Cucumber Plant (*Cucumis sativus* L. cv. Mostar F1) Grown in Different Mixtures of Growing Media Communications in Soil Science and Plant Analysis\_Volume 45, 2014 - Issue 21
- Zeidan, O. 2005. Tomato production under protected conditions. Israeli Ministry of Agriculture and Rural Development, Extension Service.

## Farklı Sıcaklık ve Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkileri

Effects of Different Temperatures and Salt Concentrations on the Germination Of Some Corn Silage Varieties

Sadık ÇAKMAKÇI<sup>1\*</sup>, Aynur DALLAR<sup>1</sup>

### Öz

Bu çalışma ile Akdeniz sahil koşullarında yetiştirilen 3 silajlık mısır çeşidinin farklı sıcaklık ve tuz konsantrasyonlarında çimlenme döneminde gösterdikleri tepkileri belirlenmiştir. Deneme en uygun çeşit, çimlenme sıcaklığı ile tuz konsantrasyonunu saptamak amacıyla çimlendirme dolabında Petri kapları içerisinde planlanmıştır. Araştırma materyali olarak kullanılan silajlık mısır çeşitleri (Batem Efe, Gözdem ve Burak) Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Merkezi (BATEM) tarafından karşılanmıştır. Bu çeşitlere 3 farklı sıcaklık (24 °C, 28 °C, 32 °C) değeri, sabit %75'lik nem oranında, 9 farklı tuz dozu (saf su, 1500, 3000, 5000, 7500, 10000, 15000, 20000, 25000 ppm tuz) uygulanmıştır. Araştırma bölünen bölünmüş parseller deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Mısır çeşitlerinin bu koşullardaki çimlenme oranları, yaş sap ağırlıkları, yaş kök ağırlıkları, kuru sap ağırlıkları ve kuru kök ağırlıkları incelenmiştir. Varyans analizi sonucunda çimlenme oranında; sıcaklık, çeşit, sıcaklık\*çeşit, tuz konsantrasyonu, sıcaklık\*tuz konsantrasyonu, çeşit\*tuz konsantrasyonu ve sıcaklık\*çeşit\*tuz konsantrasyonu üçlü etkisi önemli bulunmuştur. Yaş sürgün ağırlığı özelliğinde; sıcaklık, çeşit ve tuz konsantrasyonu önemli olmuştur. Bunun yanında yaş kök ağırlığında; sıcaklık, çeşit ve tuz konsantrasyonunun önemli olduğu belirlenmiştir. Çimlenme özelliklerine bakılırken 20000 ppm ve 25000 ppm'lik konsantrasyonlarda çimlenme görülmemesi üzerine bu iki konsantrasyon istatistiksel analize alınmamıştır. Aynı zamanda sürgün kuru ve kök kuru ağırlıkları ortalamaları istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Ortalamalara uygulanan LSD testi sonuçları toplu olarak değerlendirildiğinde çeşitler içerisinde Gözdem ön plana çıkmaktadır. Tüm çeşitlerde 24 °C ve saf su koşullarında en yüksek değerler sağlanmıştır. Denemede kullanılan çeşitlerin 5000 ppm'lik tuz konsantrasyonuna kadar fide gelişimlerini tamamladıkları görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Çimlenme gücü, fide gelişimi, mısır silajı, sıcaklık, tuz konsantrasyonu.

### Abstract

The present study determines the reaction of 3 maize silage varieties cultivated under the Mediterranean coastal conditions and at different temperatures and salt concentrations during germination period. The experiment has been planned in Petri dishes in a germination chamber with the intent of detecting the optimum variety, germination temperature and salt concentration. Maize silage varieties (Batem Efe, Gözdem and Burak) used as the research material were supplied by Batı Akdeniz Agricultural Research Institute (BATEM). Three different temperatures (24 °C, 28 °C, 32 °C) and 9 different salt dosages (distilled water, 1500, 3000, 5000, 7500, 10000, 15000, 20000, 25000 ppm salt) with fixed 75% humidity rate have been applied to these varieties. The research has been set in split-split plot design with 3 replications. Maize varieties' germination rate, damp stalk weight, damp root weight, dry stalk weight and dry root weight in these conditions were analyzed. As a result of the variance analysis; temperature, variety, temperature\*variety, salt concentration, temperature\*salt concentration, variety\*salt concentration and temperature\*variety\*salt concentration triple interaction in germination rate have been deemed significant. In stalk weight characteristic; temperature, variety and salt concentration have been influential. Additionally, it has been determined that in root weight temperature, variety and salt concentration play a significant role. Given that no germination has been observed with 20000 and 25000 ppm concentrations whilst germination characteristics were tested, these two concentrations were not included in the statistical analysis. Furthermore, dry stalk and dry root weight averages were not found important statistically. The Gözdem variety comes into prominence amongst the varieties when the results of LSD test, practiced on the averages, were evaluated collectively. In all varieties, the highest rates were obtained in 24 °C and distilled water conditions. It has been observed that the varieties used in this study have completed their seedling development up to 5000 ppm salt concentration.

**Keywords:** Germination vigor, maize silage, salt concentrations, seedling development, temperature

<sup>1\*</sup>**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Sadık Çakmakçı, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye. E-mail: cakmakci@akdeniz.edu.tr

<sup>1</sup>Aynur Dallar, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye.

**Atıf/Citation:** Çakmakçı, S., Dallar, A. Farklı sıcaklık ve tuz konsantrasyonlarının bazı silajlık mısır çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 121-132.

Dünya’da en fazla üretilen (1 milyar ton) tahıl olan mısırın birim alan verimi buğday ve arpanın iki katıdır. Türkiye’de yıllık ortalama 660 bin hektarlık alanda 5,9 milyon ton mısır üretilmektedir (FAO 2016).

Mısır bitkisinin anavatanı Orta Amerika’da Meksika-Guatemala olup, binlerce yıldır bölgenin ana ürünü olarak yetiştirilmektedir. Kıtada henüz insan yokken mısırın var olduğu arkeolojik kazılar sonucunda anlaşılmıştır. 15.yy içinde buradan Kuzey Afrika yoluyla Asya’ya ve daha sonra Hindistan ve Çin gibi Uzakdoğu ülkelerine götürülmüştür. Mısır yolu ile ülkemize girmiş ve hala uygun ekolojik koşullar altında en yüksek ürünü sağlayan bir bitki konumuna gelmiştir. Meksika ve Kolombiya’da yaygın olarak bulunur. Meksika’da 7000 yıldır yetiştirildiği bilinmektedir. Tropik bir bitki olmasına rağmen üzerinde yapılan yoğun ıslah çalışmaları ile Dünya üzerinde Ekvator’dan Baltık Denizi’ne kadar (60° kuzey enlemi ile 42° güney enlemi arasında denizden 4000m yüksekliğe kadar) geniş bir alana yayılmıştır (Gençkan, 1983).

Silaj üretiminde birçok bitki kullanılabilirse de mısır, sorgum ve yonca bu amaçla en çok kullanılan bitkilerdir. Özellikle Kuzey Amerika ve Güney Avrupa’da mısır en önemli silaj bitkisi durumundadır. Ülkemizde silaj üretiminde mısır bitkisi ilk sırayı almaktadır. Silaj için uygun biçim devrelerinde kuru madde ve şeker oranının yüksekliği, kolayca fermente olması nedenleri ile mısır mükemmel bir silaj bitkisi kabul edilir (Açıkgöz, 2001). Mısır bitkisi son 30 yıl içerisinde silaj yemi üretimi için geniş alanlara yayılarak ekimi yapılan bir üründür. Silajın besleme değerinin ve lezzetinin yüksekliği gibi nedenlerle, dünyadaki en önemli silaj bitkilerinden birisi durumuna gelmiştir (Sarıcan ve Çete, 1998).

Bitkiler yaşamları boyunca çeşitli stres koşullarına maruz kalırlar. Bitkilerin gelişimi, metabolizması ve verimliliği stres koşullarından şiddetli etkilenir. Bitkisel verimi sınırlandıran başlıca abiyotik stres faktörleri; kuraklık, besin maddesi eksikliği ya da toksisitesi, tuzluluk, aşırı sıcaklık, karasal ve atmosferik kirlilik ve radyasyondur (Lawlor, 2000). Akdeniz havzasının yarı kurak bölgelerinde, tuzluluk stresi artmakta ve bitkilerin gelişimini kısıtlayan birincil sınırlayıcı çevre koşulu haline gelmektedir (Patanè ve ark. 2013).

Tuzluluk, bitkiler üzerindeki doğrudan etkisini osmotik ve iyon stresi oluşturarak gösterirken, dolaylı etkisini (sekonder etki) bu stres faktörleri sonucu bitkide meydana gelen yapısal bozulmalar ve toksik bileşiklerin sentezlenmesi ile göstermektedir. NaCl’nin sebep olduğu başlıca sekonder etkileri; DNA, protein, klorofil ve zar fonksiyonuna zarar veren AOT sentezi; fotosentezin inhibisyonu; metaboliktoksitesi; K<sup>+</sup> alımının engellenmesi ve hücre ölümü olarak sayılabilir (Botella ve ark. 2005; Hong ve ark. 2009). Tuz stresinin bitkiler üzerindeki etkileri; bitkinin çeşidine, uygulanan tuz çeşidi ile miktarına ve maruz kalma süresine bağlı olarak değişmektedir. Tuzlu ortamlarda bitkiler genotipik farklılıklara bağlı olarak çok farklı cevaplar verirler (Dajic, 2006). Tuzluluğa karşı verilen bu farklı büyüme cevapları sadece iki bitki türü için değil aynı türün farklı çeşitleri için de geçerlidir (Munns, 2002).

Bu sebepler sonucunda ele alınan bu çalışma içerisinde tuzluluk stresine dayanıklı, çimlenme gücü yüksek ve fide gelişimi dayanıklılığa en ideal olan çeşitler deneme faktörleri ve analizler sonucunda değerlendirilerek karşılaştırmaları yapılmıştır. Böylece Akdeniz sahil kuşağında tuzlu stres koşullarına dayanıklı çeşitleri analizlerle belirleyerek üreticiye en uygun ve getirisi yüksek çeşitler ile silajlık mısır üretiminin karlılığının artırılması öngörülmektedir.

Bu çalışma, Akdeniz sahil kuşağında, sulama suyu ve topraklarının tuz içermesi ve bu durumun mısır tarımını olumsuz etkilemesinin sonucu planlanmıştır. Bu nedenle öncelikli amaç tuzlu koşullarda dayanıklı olan çeşidi belirlemektir. Ayrıca tuz stresinin tarımsal özellikler üzerine etkisi saptanarak bu yönde üreticinin bilgilendirilmesi, daha kaliteli ve verimli üretim yapılmasının sağlanması ve böylece ekonomik açıdan da üreticiye yarar sağlaması amaçlanmaktadır.

### **Materyal ve Yöntem**

Bu çalışmada Akdeniz Sahil Kuşağında yetiştirilen silajlık mısır çeşitlerinin sıcaklık ve tuzluluğa dayanımları incelenmiştir. Deneme 3 faktörlü olup, tesadüf parsellerinde bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Çalışmada, 3 farklı sıcaklık, 3 farklı silajlık mısır çeşidi, 9 farklı tuz konsantrasyonu kullanılmış ve 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Ana parsellere sıcaklık, alt parsellere çeşit ve altın altı parsellere de tuz dozları yerleştirilmiştir. Bu uygulamalar çizelge 1.’de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede ele alınan uygulamalar.

Table 1. Practices dealt with in the experiment.

| Sıcaklıklar (°C) | Çeşitler  | T.K. (ppm) |
|------------------|-----------|------------|
| 24               | Batem Efe | Saf su     |
| 28               | Gözdem    | 1500       |
| 32               | Burak     | 3000       |
|                  |           | 5000       |
|                  |           | 7500       |
|                  |           | 10000      |
|                  |           | 15000      |
|                  |           | 20000      |
|                  |           | 25000      |

Çalışma, laboratuvarda steril ve kontrollü koşullarda petri kaplarında kurulmuştur. Bu amaçla kurutma kağıdı yerleştirilen petri kaplarına çalışmada kullanılan üç çeşitten 10'ar adet tohum konulmuştur. Petri kaplarına konulan tohumlar tesadüfi olarak seçilmiş ve ağırlıkları tartılmıştır. Çalışmada kullanılacak tuz konsantrasyonlarını hazırlamak amacıyla çizelge 2.'de verilen miktarlarda tuz tartılmış ve saf su içinde çözdürülmüştür. Bu çözümden seyreltme yaparak 9 farklı tuz konsantrasyonu erlen kaplarında hazırlanmış ve EC değerleri ölçülmüştür.

Çizelge 2. Tuz konsantrasyonları için solüsyonların hazırlanış miktarları.

Table 2. Amounts of preparation of solutions for salt concentrations.

| Uygulama | Saf su                         | 100 ml                     |
|----------|--------------------------------|----------------------------|
| Uygulama | 1500 ppm: 150mg= 0,15gr NaCl   | 0,15 gr NaCl + 99,85 ml su |
| Uygulama | 3000 ppm: 300mg= 0,30gr NaCl   | 0,30 gr NaCl + 99,7 ml su  |
| Uygulama | 5000 ppm: 500mg= 0,50gr NaCl   | 0,50 gr NaCl+ 99,5 ml su   |
| Uygulama | 7500 ppm: 750mg= 0,75 gr NaCl  | 0,75 gr NaCl+ 99,25 ml su  |
| Uygulama | 10000 ppm: 1000mg= 1 gr NaCl   | 1 gr NaCl+ 99,0 ml su      |
| Uygulama | 15000 ppm: 1500mg= 1,5 gr NaCl | 1,5 gr NaCl+98,5 ml su     |
| Uygulama | 20000 ppm: 2000mg= 2 gr NaCl   | 2 gr NaCl+98,0 ml su       |
| Uygulama | 25000 ppm: 2500mg= 2,5 gr NaCl | 2,5 gr NaCl+ 97,5 ml su    |

Çizelge 3'te görüldüğü üzere tuz çözümleri her sıcaklık denemesi için ayrı ayrı hazırlanmış ve her birinin EC değeri ölçülmüştür. Hazırlanan bu solüsyonlardan petri kaplarına eklenerek çimlenme başlatılmıştır. Her petri kabına ağırlıkları tartılan 10 tohumun %150'si oranında solüsyon ayarlanabilir pipet ile eklenmiştir (Kaçar, 1989).

Çizelge 3. Farklı tuz konsantrasyonları için hazırlanan solüsyonların EC değerleri ve ölçüm esnasındaki sıcaklık dereceleri.

Table 3. The EC values of the solutions prepared for different salt concentrations and the temperature gradients during the measurement.

| Tuz Konsantr. | 24 °C sıcaklık için |      | 28 °C sıcaklık için |      | 32 °C sıcaklık için |      |
|---------------|---------------------|------|---------------------|------|---------------------|------|
|               | EC değeri           | °C   | EC değeri           | °C   | C değeri            | °C   |
| 1.Uygulama    | 0,0015 mS/cm        | 28.2 | 0,0153 mS/cm        | 23.3 | 0,0512 mS/cm        | 25,0 |
| 2.Uygulama    | 3,10 mS/cm          | 28.5 | 2,85 mS/cm          | 23.8 | 2,89 mS/cm          | 25,1 |
| 3.Uygulama    | 4,88 mS/cm          | 28.3 | 5,41 mS/cm          | 22.8 | 5,47 mS/cm          | 25,0 |
| 4.Uygulama    | 8,68 mS/cm          | 28.3 | 8,83 mS/cm          | 23.2 | 8,33 mS/cm          | 25,0 |

| (Çizelge 2. devam) |             |      |             |      |             |      |
|--------------------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| 5.Uygulama         | 11,46 mS/cm | 28.4 | 12,90 mS/cm | 23.4 | 12,12 mS/cm | 25,0 |
| 6.Uygulama         | 13,65 mS/cm | 28.4 | 16,60 mS/cm | 22.7 | 16,19 mS/cm | 25,0 |
| 7.Uygulama         | 22,9 mS/cm  | 28.3 | 24,4 mS/cm  | 23.0 | 19,62 mS/cm | 25,0 |
| 8.Uygulama         | 31,3 mS/cm  | 28.2 | 32,8 mS/cm  | 23.8 | 27,7 mS/cm  | 24,8 |
| 9.Uygulama         | 37,1 mS/cm  | 28.1 | 42,8 mS/cm  | 23.6 | 35,7 mS/cm  | 24,7 |

Solüsyonları eklenen petri kapları çimlendirme dolabına konulmuştur. Nem oranı sabit olarak %75'e, sıcaklık değerleri ise çalışmanın gerektirdiği uygun değerlere ayarlanmıştır. Çimlendirme dolabına konulan petrilere 4.gün gözlem ve ölçümleri alınmaya başlanmıştır. Gözlemler her petri kabındaki çimlenen tohum sayısı üzerinden değerlendirilmiştir. 4 gün boyunca gözlemleri alınan petri kapları içindeki tohumların son gün (7.gün; çimlenme oranı stabil hale geldiğinde) kökçük ve sapçık kısımları kesilmiştir.

Petri kabında çimlenen tohumların kökçükleri bir bistüri ile sürgün kısmı diğer bistüri ile kesilmiştir. Kökçükler ve sürgünler ayrı ayrı kese kağıtlarına, ağırlıkları alındıktan sonra konulmuştur.

Her bir tekrarlamadaki kökçük ve sürgün ağırlıkları tekrarlamalar birleştirilerek ve uygulamalar bakımından ortalama değerler verilerek yorumlanmıştır. Üç tekrardan elde edilen kökçük ve sürgünler aynı kese kağıdında toplanarak, kurutma dolabına konulmuştur. Kurutma dolabında 70 °C sıcaklıkta 24 saat bekletilen bitki materyalleri tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir.

Çimlenme gözlemleri alınan tohumların, kesilen yaş kökçük ve yaş sürgün ağırlıklarının, kuru madde ağırlıklarının istatistiki analizleri Mstat programında tesadüf parsellerinde bölünen bölünmüş parseller deneme desenine uygulanarak hesaplanmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması için LSD testi kullanılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Denemede ele alınan özelliklerden; çimlenme oranı, yaş sürgün ağırlığı ve yaş kök ağırlığı önemli çıkmıştır. Farklı tuz konsantrasyonu uygulamalarından 20000 ppm ve 25000 ppm (8 ve 9.) konsantrasyonlarında hiçbir çeşit ve sıcaklıkta çimlenme gözlenmediği için analizlere tabi tutulmamışlardır. Varyans analizi sonuçları çizelge 4.'te verilmiştir.

Çizelge 4. Birleştirilmiş varyans analiz tablosu.

Table 4. Consolidated variance analysis table.

| Varyasyon Kaynağı                  | Çimlenme Oranı (%) |          | Yaş Sürgün Ağırlığı (gr/bitki) |          | Yaş Kök Ağırlığı (gr/bitki) |          |
|------------------------------------|--------------------|----------|--------------------------------|----------|-----------------------------|----------|
|                                    | F değeri           | F değeri | F değeri                       | F değeri | F değeri                    | F değeri |
| Sıcaklık                           | 54,13**            |          | 37,45**                        |          | 8,98*                       |          |
| Ana Parsel Hatası                  | 1,03               |          | 0,91                           |          | 0,84                        |          |
| Çeşit                              | 20,78**            |          | 20,15**                        |          | 7,97**                      |          |
| Sıcaklık*Çeşit                     | 4,89*              |          | 0,38                           |          | 3,15                        |          |
| Alt Parsel Hatası                  | 0,99               |          | 0,75                           |          | 0,85                        |          |
| Tuz konsantrasyonu                 | 17,61**            |          | 15,78**                        |          | 9,36**                      |          |
| Sıcaklık*Tuz konsantrasyonu        | 2,54**             |          | 1,71                           |          | 0,49                        |          |
| Çeşit*Tuz konsantrasyonu           | 1,98*              |          | 1,47                           |          | 0,55                        |          |
| Sıcaklık*Çeşit* Tuz konsantrasyonu | 1,74*              |          | 1,01                           |          | 0,75                        |          |
| Altın Altı Parsel Hatası           | 4,89**             |          | 3,15**                         |          | 1,73**                      |          |

\*: 0,05 seviyesinde farklılığı ifade etmektedir.

\*\* : 0,01 seviyesinde farklılığı ifade etmektedir.



**Çimlenme Oranı (%)**

Çizelge 4.'te görüldüğü sıcaklık, çeşit, tuz konsantrasyonu ve sıcaklık\*tuz konsantrasyonu etkisi %1 seviyesinde; sıcaklık\*çeşit, çeşit\* tuz konsantrasyonu ve sıcaklık\*çeşit\* tuz konsantrasyonu üçlü etkisi ise %5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tüm varyasyon kaynaklarına ait LSD testi sonuçları ayrı ayrı çizelgeler halinde verilmiştir.

**Çizelge 5. Sıcaklıkların çimlenme oranı üzerine etkisi.****Table 5. Effect of temperature on germination rate.**

| Sıcaklıklar (°C) | Ortalamalar |   |
|------------------|-------------|---|
| 24               | 81,27       | a |
| 28               | 67,62       | b |
| 32               | 45,87       | c |
| LSD (0,05): 8,40 |             |   |

LSD testi sonuçlarına göre 24 °C en yüksek grupta yer alırken, 32 °C en düşük değeri vermiştir. 24 °C; %81,27 değeri ile en yüksek çimlenme değerini yakalamıştır. Mısır bir sıcak iklim bitkisi olmasına rağmen aşırı sıcaklık isteyen bir bitki değildir.

Hartmann ve ark. (1990) çimlenme süresini düzenleyen en önemli faktörlerden birisinin de sıcaklık olduğunu bildirmişlerdir. Dormansinin kontrolünde doğrudan ilişkilidir. Düşük sıcaklıklarda çimlenme oranı genellikle düşüktür. Ilıman iklimdeki bitkilerin tohumları optimum 24-30 °C'de çimlenirken; 4,5-40 °C arasında geniş sıcaklık aralığında çimlenebilme yeteneğine sahiptirler. Ayrıca bu kuşaktaki bitkilerin tohumlarının çimlenebilmesi için tür ve çeşide göre değişen belli sürelerde düşük sıcaklığa (3-4 °C) tabi tutulmaları gerekmektedir.

**Çizelge 6. Çeşitlerin çimlenme oranları üzerine etkileri.****Table 6. Effects of varieties on germination rates.**

| Çeşitler         | Ortalamalar |   |
|------------------|-------------|---|
| Gözdem           | 73,17       | a |
| Batem Efe        | 69,05       | a |
| Burak            | 52,54       | b |
| LSD (0,05): 7,38 |             |   |

Çeşitler için yapılan LSD testi Gözdem çeşidini (%73,17) öne çıkarırken; en düşük çimlenmeyi Burak çeşidi (%52,54) vermiştir. Gözdem çeşidinin bin dane ağırlığı diğer iki çeşitten yüksektir. 1000 dane ağırlığı fazla olan tohumların endospermde daha fazla besin maddesinin bulunduğu öne sürüldüğünden çimlenme oranını olumlu yönde etkileyebileceği düşünülebilir.

Avcı ve ark. (1987) bildirimlerinde, beş farklı buğday çeşidinin ve değişik tohum iriliklerinin araştırıldığı bir denemede tohum iriliğinin bütün çeşitlerde verim artışı sağladığını ortaya koymuşlardır.

**Çizelge 7. Tuz konsantrasyonları ortalamalarının çimlenme oranı üzerine etkisi.****Table 7. Effect of averages of salt concentrations on germination rate.**

| T.K. (ppm)       | Ortalamalar |   |
|------------------|-------------|---|
| Saf su           | 77,78       | a |
| 3000             | 77,41       | a |
| 1500             | 77,04       | a |
| 5000             | 74,81       | a |
| 7500             | 54,44       | b |
| 10000            | 52,22       | b |
| 15000            | 40,74       | c |
| LSD (0,05):10,28 |             |   |

En yüksek çimlenme oranı sağlayan konsantrasyon, saf su (%77,78) ve 3000 ppm (%77,41) iken bunları 1500 ppm (%77,04) takip etmiştir. En düşük çimlenme oranı ise 15000 ppm konsantrasyonundan (%40,74) elde

edilmiştir. Tuz konsantrasyonu artış gösterdikçe çimlenme oranı ortalamaları azalma göstermiştir.

Abiyotik bir tehlike olan tuzluluk, yüksek seviyelerde tohum çimlenmesini gerileterek (inhibe ederek) veya daha düşük seviyelerde dormansinin başlamasını teşvik ederek birçok olumsuz etkiye neden olur (De Villiers ve ark. 1994; Khan ve ark. 1997). Bu etkiler, düşük osmotik potansiyelden dolayı inhibasyonun azalması (Poljakoff-Mayber ve ark. 1994) toksisite nedeni ile enzimatik aktivitenin değişmesi (Gomes ve ark. 1988) protein metabolizmasının engellenmesi (Yupsanis ve ark. 1994) bitki büyüme regülatörlerinin dengesinin bozulması (Khan ve ark. 1994) tohumdaki besidokunun kullanımının azalması (Ahmad J. ve ark. 1992) ya da hücrelerin mitoz bölünmesinin engellenmesi (Bozcuk, 1991) ile gerçekleşmektedir.

### Yaş Sürgün Ağırlığı (gr/bitki)

Çizelge 4.'te görüldüğü gibi varyans analiz sonucunda sıcaklık, çeşit ve tuz konsantrasyonu %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tüm varyasyon kaynaklarına ait LSD testi sonuçları ayrı ayrı çizelgeler halinde aşağıdaki gibi verilmiştir.

Çizelge 8. Sıcaklık ortalamalarının yaş sürgün ağırlığı üzerine etkisi.

| Table 8. The effect of temperature averages on wet-exile weight. |             |   |
|--|-------------|---|
| Sıcaklık (°C)  | Ortalamalar |   |
| 24   | 0,05        | a |
| 28   | 0,02        | b |
| 32   | 0,02        | b |
| LSD (0,05):0,01  |             |   |

Yaş sürgün ağırlığı için optimum sıcaklık değeri 24 °C olarak belirlenmiştir. En düşük değer ise 28 °C ve 32 °C'de elde edilmiştir.

Sava (1995) bildirisinde, sürgün ağırlığı için bazı yem bitkilerinin 20 °C'de optimum nokta olduğunu ileri sürmüştür.

Çizelge 9. Çeşit ortalamalarının yaş sürgün ağırlığı değerleri.

| Table 9. Values of wet average weight of varieties. |             |   |
|---|-------------|---|
| Çeşitler  | Ortalamalar |   |
| Gözdem  | 0,04        | a |
| Burak   | 0,03        | b |
| Batem Efe   | 0,02        | c |
| LSD (0,05):0,01                                     |             |   |

Çeşitler içerisinde en yüksek yaş sürgün ağırlığı Gözdem çeşidinde, en düşük yaş sürgün ağırlığı ise Batem Efe çeşidinde görülmüştür. Masmoudi ve ark. (2001) bildirimlerinde, makarnalık buğdayın tuza hassas (S1) hattı ile tuza dayanıklı (R1) hattını kullanarak kısa dönem (3gün) NaCl (kontrol ve 200 mM) uygulamışlardır. Uygulama sonunda tuzun her iki genotipi de etkilediğini, yaş-kuru kök ve sap ağırlığını azalttığını ve bu azalma oranının S1 bitkilerinde daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Eker ve ark. (2006) on dokuz mısır (*Zeamays*) çeşidine büyümelerinin erken döneminde 250 mM NaCl uygulama yapılan bir çalışmada, 17 gün süren yetiştirme periyodu sonrası bitkilerde meydana gelen toksisite belirtileri çeşitler arasında önemli derecede değişmiştir. Fide büyümesindeki azalmalar, kök uzunluğundaki azalmalardan fazla bulunmuştur.

**Çizelge 10. Tuz konsantrasyonları ortalamalarının yaş sürgün ağırlığı üzerine etkisi.****Table 10. Theeffect of salt concentrations on thewet-exileweight of averages.**

| T.K. (ppm)      | Ortalamlar |     |
|-----------------|------------|-----|
| Saf su          | 0,05       | a   |
| 1500            | 0,04       | b   |
| 3000            | 0,04       | b   |
| 5000            | 0,02       | c   |
| 10000           | 0,02       | c d |
| 7500            | 0,02       | c d |
| 15000           | 0,01       | d   |
| LSD (0,05):0,01 |            |     |

Tuz konsantrasyonları içerisinde en yüksek yaş sürgün ağırlığı saf su, en düşük ortalama ise 15000 ppm'lik konsantrasyonda görülmüştür. Sürgün oluşumu için tuz konsantrasyonundaki artış sürgün oluşumunu azaltmıştır. Çimlenen tohumun sürgün oluşturması tuz konsantrasyonuna bağlı olarak azalma göstermiştir. Tuz konsantrasyonunun fazla olması ortamın osmotik basıncından dolayı tohumun suyu almasını engelleyerek sürgün oluşumunda azalma göstermiştir.

#### Yaş Kök Ağırlığı (gr/bitki)

Tüm varyasyon kaynaklarına LSD testi uygulanmış ve sonuçlar ayrı ayrı çizelgeler halinde verilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre yaş kök ağırlığı ortalamalarının sıcaklıklar arasında istatistiki açıdan %5'lik düzeyde önemli çıktığı görülürken; çeşit ve tuz konsantrasyonu %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 11. Sıcaklık ortalamalarının yaş kök ağırlığı üzerine etkisi.****Table 11. Theeffect of temperatureaverages on wetrootweight.**

| Sıcaklık (°C)   | Ortalamlar |   |
|-----------------|------------|---|
| 24              | 0,06       | a |
| 32              | 0,04       | b |
| 28              | 0,04       | b |
| LSD (0,05):0,01 |            |   |

Yaş kök ağırlığı ortalamalarında en yüksek değer 24 °C'de elde edilmiştir. En düşük ağırlık ortalaması ise 28 ve 32°C'de ortaya çıkmıştır.

Sava (1995) bildirisinde, bazı yem bitkilerinin kök ağırlığı ortalamasının uygun koşulunun 20 °C olduğunu ileri sürmüştür. Yıldız ve ark. (2007) bildirisinde, mısır bitkisinin 25 °C sıcaklıkta çimlendirme çalışmalarını yürüterek, çimlenen fidelerin yavaş geliştiklerini ileri sürmüşlerdir.

**Çizelge 12. Çeşit ortalamalarının yaş kök ağırlığı değerleri.****Table 12. Values of wetrootweight of varietiesaverage.**

| Çeşitler        | Ortalamlar |   |
|-----------------|------------|---|
| Gözdem          | 0,05       | a |
| Batem Efe       | 0,05       | a |
| Burak           | 0,04       | b |
| LSD (0,05):0,01 |            |   |

Çeşitler arasında yapılan analiz sonuçlarına göre istatistiki açıdan %1'lik düzeyde fark görülmüştür. Bu fark sonucunda en fazla yaş kök ağırlığı ortalaması Gözdem ve Batem Efe; en düşük ortalama ise Burak çeşidinde saptanmıştır. Çimlenen tohumların kök yapılarının gelişim göstermesi tohum iriliği ile doğru orantılı olarak büyükten küçüğe olarak ortaya çıkmıştır. Çeşitlerden tane iriliği en yüksek olan Gözdem çeşididir ki zaten en yüksek kök ağırlığı ortalamasını da bu çeşidi göstermiştir.

Singh ve ark. (1975) arpada yaptıkları bir çalışmada; iri tohumluğun ilk gelişme devresini hızlandırdığını, bitkide kardeş sayısı ve birim alan tane verimini artırdığını, ayrıca tohum iriliği ile birim alan tane verimi arasında olumlu bir ilişkinin bulunduğunu belirtmişlerdir.

Main ve ark. (1994) iri tohumların çevresel stres şartlarından özellikle kurak şartlarda avantaj sağladığını belirtmişlerdir. Khan ve ark. (2000) Pakistanda kuru şartlarda yaptıkları buğday çalışmasında iri tohumların metrekaredeki bitki sayısını ve verimi artırdığını bildirmişlerdir.

### 13. Tuz konsantrasyonları ortalamalarının yaş kök ağırlığı üzerine etkisi.

Table 13. The effect of salt concentrations on the wet root weight of averages.

| T.K. (ppm)      | Ortalamlar |   |   |
|-----------------|------------|---|---|
| Saf su          | 0,07       | a |   |
| 3000            | 0,06       | a | b |
| 1500            | 0,06       | a | b |
| 5000            | 0,05       | b | c |
| 7500            | 0,04       | c | d |
| 10000           | 0,03       |   | d |
| 15000           | 0,02       |   | d |
| LSD (0,05):0,02 |            |   |   |

İstatistiki analiz sonuçlarına göre tuz konsantrasyonlarının yaş kök ağırlığı ortalamaları arasında %1'lik düzeyde fark bulunmuştur. En fazla yaş kök ağırlığı ortalamasını saf su konsantrasyonu göstermiştir. En düşük ortalama sonucu 10000 ve 15000 ppm'lik konsantrasyonda elde edilmiştir.

### Sürgün Kuru Ağırlığı (gr)

Sürgün kuru ağırlığına ait ortalama değerler, çizelgeler halinde aşağıdaki gibi verilmiştir. Varyasyon kaynaklarına ait en yüksek ve düşük değerler belirlenmiştir.

### Çizelge 14. Sıcaklık ortalamalarının sürgün kuru ağırlığına etkisi.

Table 14. The effect of temperature averages on exiled dry weight.

| Sıcaklık (°C) | Ortalamlar |
|---------------|------------|
| 28            | 0,04       |
| 24            | 0,03       |
| 32            | 0,03       |

Sürgün kuru ağırlığı özelliğinin ortalama değerleri ne bakıldığında 28 °C sıcaklıkta (0,04 gr) en yüksek oran ortaya çıkmaktadır. 24 °C (0,03 gr) ve 32 °C'de (0,03 gr) düşük ortalamalar elde edilmiştir.

### Çizelge 15. Çeşitlerin sürgün kuru ağırlık ortalama değerleri.

Table 15. Dry weight average values of varieties.

| Çeşit     | Ortalamlar |
|-----------|------------|
| Gözdem    | 0,11       |
| Burak     | 0,08       |
| Batem Efe | 0,05       |

Gözdem çeşidinin sürgün kuru ağırlığı 0,11 gr olurken, Burak 0,08 gr ve Batem Efe 0,05 gr ile daha düşük ortalamalara sahiptir.

Çizelge 16. Tuz konsantrasyonları ortalamalarının sürgün kuru ağırlığı üzerine etkisi.

Table 16. Theeffect of salt concentrations on the dry weight of the averages.

| T.K. (ppm) | Ortalamlar |
|------------|------------|
| Saf su     | 0,13       |
| 5000       | 0,10       |
| 1500       | 0,09       |
| 3000       | 0,08       |
| 7500       | 0,06       |
| 10000      | 0,06       |
| 15000      | 0,05       |

Tuz konsantrasyonları arasındaki en yüksek ortalamayı saf su konsantrasyonu gösterirken, en düşük ortalama değer 15000 ppm'lik konsantrasyonda görülmüştür.

Saptanan sonuçlar doğrultusunda, Saboor ve Kiarostami (2006) tarafından buğdayda; Jamil ve Rha (2007) tarafından pirinçte; Bakht ve ark. (2006), Almodares ve ark. (2007) ve Nawaz ve ark. (2010) tarafından, sorgumda elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

### Kök Kuru Ağırlığı (gr)

Kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler, varyasyon kaynaklarına göre çizelgeler halinde aşağıdaki gibi verilmiştir.

Çizelge 17. Sıcaklık ortalamalarının kök kuru ağırlığına etkisi.

Table 17. Theeffect of temperature average on root dry weight.

| Sıcaklık (°C) | Ortalamlar |
|---------------|------------|
| 32            | 0,05       |
| 28            | 0,04       |
| 24            | 0,02       |

Kök kuru ağırlığı ortalama sonuçları gösteriyor ki 32 °C sıcaklıkta en yüksek değer saptanırken (0,05 gr) 28 (0,04 gr) ve 24 °C'de (0,02 gr) daha düşük oranlar bulunmuştur. Kök gelişimi için düşük sıcaklık yerine yüksek sıcaklık değerleri daha iyi bir sonuç ortaya çıkarmaktadır.

Çizelge 18. Çeşit ortalamalarının kök kuru ağırlık değerleri.

Table 18. The root dry weight values of the varieties averages.

| Çeşit     | Ortalamlar |
|-----------|------------|
| Gözdem    | 0,12       |
| Batem Efe | 0,07       |
| Burak     | 0,07       |

Gözdem çeşidinin kök kuru ağırlık değeri (0,12 gr) diğer çeşitlerden daha yüksek orana sahip olduğu görülmüştür. Batem Efe ve Burak çeşitlerinin (0,07 gr) aynı ortalama değere sahip olduğu saptanmıştır.

Nawaz ve ark. (2010) sorgumda elde ettikleri değerlerin tuzun konsantrasyon artışına bağlı olarak erken fide dönemi özellikleri (kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün kuru ağırlığı) değerlerinde azalmalar meydana geldiğini bildirmişlerdir.

**Çizelge 19. Tuz konsantrasyonları ortalamalarının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi.**

**Table 19. The effect of salt concentrations on root dry weight of averages.**

| T.K. (ppm) | Ortalamalar |
|------------|-------------|
| Saf su     | 0,12        |
| 1500       | 0,09        |
| 3000       | 0,11        |
| 5000       | 0,10        |
| 7500       | 0,07        |
| 10000      | 0,08        |
| 15000      | 0,05        |

Tuz konsantrasyonları arasındaki istatistiki bakımdan farklılık olmamasına karşılık en yüksek kök kuru ağırlığı ortalama saf su konsantrasyonunda ortaya çıkarken, en düşük ortalama 15000 ppm’lik konsantrasyonda görülmüştür. Kök kuru ağırlığı için en yüksek ortalama 32 °C sıcaklıkta, Gözdem çeşidi ve saf su konsantrasyonu olduğu elde edilmiştir.

Bohnert ve ark. (1995); Warner ve Finkelstein (1995); Al-Karaki (2001) tarafından kuru kök-sürgün ağırlıkları ile tuz konsantrasyonları arasındaki ilişki incelendiğinde, diğer erken fide dönemi parametrelerinde olduğu gibi her bir farklı tuz konsantrasyonu artışıyla söz konusu değerlerin azaldığı görülmektedir. Tuz yoğunluğundaki artış kök gelişimini geciktirmiş, uzamasını azaltmıştır. Tuzlu ortamlarda artan konsantrasyonlara bağlı olarak kök ve sürgün kuru ağırlık içeriğinin azaldığını gösteren sonuçlar, ortamın yüksek osmotik basıncından dolayı köklerin yeterince su alamamasıyla açıklanabilir.

### Sonuç

Akdeniz sahil kuşağı boyunca silajlık mısır üretimi için kullanılan 3 farklı çeşidin farklı sıcaklık ve tuz konsantrasyonlarında çimlenme dönemi ve fide gelişimi sürecindeki gelişimlerini ortaya koymak amacıyla bu çalışma planlanmıştır. Çalışma sonucunda çimlenme oranı açısından en yüksek değer %81,27 ile 24 °C’de; en düşük değer ise 32 °C’den elde edilmiştir. Çeşitler bakımından çimlenme oranlarını incelediğimizde en yüksek değer Gözdem (%73,17) ve Batem Efe (%69,05) çeşidinden; en düşük ortalamanın ise Burak (%52,54) çeşidinden sağlandığı görülmektedir. Ele alınan tuz konsantrasyonları açısından en yüksek çimlenme oranı saf su ortamında elde edilirken bunu 3000 ppm’lik konsantrasyon takip etmiştir. Çimlenme oranı ortalamalarına ait üçlü interaksiyon değerlerine göre sıcak bölgelerde ve daha yüksek tuz konsantrasyonuna ait yerlerde Gözdem; daha düşük sıcaklık ve daha az tuz konsantrasyonuna ait yerlerde ise Batem Efe ve yine Gözdem çeşitlerinin daha iyi çimlenme oranı yakaladığı saptanmıştır.

Araştırma sonuçları gösteriyor ki çalışmada kullanılan tuz konsantrasyonlarından en yüksek iki tuz konsantrasyonu olan 20000 ve 25000 ppm ortamında çeşitlerde çimlenme olmadığı gözlemlenmiştir. Tuz konsantrasyonunun artması tohumda suyun geçişinin engellenmesine ve tohumların çimlenememesine sebep olmaktadır.

Akdeniz sahil kuşağı boyunca çimlenme ve fide gelişimini en yüksek oranda Gözdem çeşidi, 24 °C sıcaklıkta ve 5000 ppm’lik tuz konsantrasyonuna kadar olan ortamlarda göstermiştir. İyi bir bitki gelişimi için önemli olan yaş ağırlık ve tohum iriliğini de karşılayabilecek olmasından dolayı ele alınan üç çeşit içerisinde Gözdem çeşidinin tavsiye edilebileceği belirlenmiştir. Batem Efe çeşidinin çimlenme oranı açısından Gözdem çeşidinden sonra ikinci sırada değerler vermesine karşılık ele alınan diğer özellikler birlikte değerlendirildiğinde Burak çeşidinin Gözdem çeşidini takip ettiği anlaşılmıştır. Bunun yanında düşük tuz konsantrasyonlarında ve düşük sıcaklıklarda Batem Efe; yüksek tuz konsantrasyonunda ve yüksek sıcaklıklarda ise Gözdem çeşidi kullanılabilir.

Bölgede mısır yetiştiriciliği hem sıcaklık değerlerinin hem de tuz konsantrasyonlarının büyüme sezonu içerisindeki süreç bakımından daha geniş alan kaplaması özellikle sıcaklık\*çeşit\*tuz konsantrasyonu interaksiyonunun etkinliğini arttırmıştır. Sıcaklık derecesinin 24 °C olduğu ve tuz konsantrasyonunun toprakta 5000 ppm (EC değeri: 8,83 mS/cm) konsantrasyonuna kadar olduğu alanlarda iyi bir mısır yetiştiriciliğinin yapılabileceği; bu konsantrasyondan daha yüksek tuz konsantrasyonu olan topraklarda ise çimlenme ve fide gelişimi açısından sıklıkların oluşacağı saptanmıştır.

## Kaynaklar/References

- Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın NO:182.
- Ahmad, J., Bano, M., 1992. Theeffect of sodiumchloride on thephysiology of cotyledonsandmobilization of reservedfood in *Cicerarietinum*, *Pak. J.Bot.*, 24, 40-48.
- Al-Karaki, GN., 2001. Germination, sodium, andpotassiumconcentrations of barleyseeds as influencedbysalinity. *Journal of PlantNutrition* 24: 511-512.
- Almodares, A., Hadi, Mr., Dosti, B., 2007. Effects of salt stress on germinationpercentageandseedlinggrowth in sweetsorghumcultivars. *JournalofBiologicalSciences* 7: 1492-1495.
- Avcı, M., Güler, M., Pala, M., Karaca, M. ve Eyüboğlu, H., 1987. Yetiştirme Tekniği Paketi Öğelerinin Orta Anadolu Bölgesi Kurak Koşullarında Buğday Verimine Etkileri, Türkiye Tahıl Sempozyumu, 1987, Bursa.
- Bakht, J., Basir, A., Shafi, M., Khan, M.J., 2006. Effect of variouslevels of salinity on sorghum at earlyseedlingstage in solutionculture. *SarhadJournal of Agriculture* 22: 17-21.
- Bohnert, HJ., Nelson, DE., Jensen, RG., 1995. Adaptationstoenviromentalstresses. *Plant Cell* 7: 1099-1111.
- Botella, M.A., Rosado, A., Bressan, R.A. ve Hasegawa, P.M., 2005. PlantAdaptiveResponsestoSalinityStress, PlantAbioticStress, Blackwell Publishing Ltd., 270p.
- Bozcuk, S., 1991. Bazı kültür bitkilerinde tuzluluğun çimlenme üzerine etkisi ve tuz toleransı sınırlarının saptanması, *Doğ-Tr. J. Biol.*, 15, 144-151.
- Dajic, Z., 2006. Salt Stress, PhysiologyandMolecularBiology of StressTolerance in Plants, ISBN-13 978-1-4020-4224-9, Dordrecht, TheNetherlands, 345p.
- De Villiers, A.J., Van Rooyen, M.W., Theron G.K., Van De Venter, H.A., 1994. Germination of threeNamaqualandpioneerspecies, as influencedbysalinity, temperatureandlight, *SeedSci. Technol.*, 22,427-433.
- Eker, S., Cömertpay, G., Konuşkan, O., Ulger, A.C., Ozturk, L. and Çakmak, İ., 2006. Effect Of SalinityStress on DryMatterProductionandIonAccumulation in HybridMaizeVarieties. *Turkish J. Agric. For.*, 30(5) 365-373.
- FAO, Eylül 2016, FAOSTAT | © FAO StatisticsDivision 2016 | 22 September 2016.
- Gençkan, S., 1983. Yem Bitkileri Tarımı, Ege Üniversitesi, Bornova İzmir, 9.
- GomesFilho, E., Sodek L., 1988. Effect of salinity on ribonucleaseactivity of *Vignaunguiculata*cotyledonsduringgermination, *J. PlantPhysiol.*, 132, 307-311.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E. andDavies, F.T., 1990. PlantPropagation. Principles of PropagationbySeed. 647 p.
- Hong, C-Y., Chao, Y-Y., Yang, M-Y., Cho, S-C. andKao, C.H., 2009. Na<sup>+</sup> But Not Cl<sup>-</sup> orOsmoticStress is Involved in NaClInducedExpression of GlutathioneReductase in Roots of Rice Seedlings, *Journal of PlantPhysiology*, 166, 1598-1606.
- Jamil, M. andRha, E.S., 2007, Gibberellicacid (GA<sub>3</sub>) enhanceseedwateruptake, germinationandearlyseedlinggrowth in sugarbeetunder salt stress, *Pakistan Journal of BiologicalSciences*, 10(4): 654-658.
- Kaçar, B., 1989. "Bitki Fizyolojisi", Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1153, Ders Kitabı sf:323, ANKARA.
- Khan, M.A., Rizvi, Y., 1994. Effect of salinity, temperatureandgrowthregulators on thegerminationandearlyseedlinggrowth of *Atriplexgriffithii* var. *Stocksii*, *Can. J. Bot.*, 72, 475-479.
- Khan M.A., Ungar I.A., 1997. Effects of light, salinityandthermoperiod on theseedgermination of halophytes, *Can. J. Bot.*, 75, 835-841.
- Lawlor, D.W.,2000, Limitation of photosynthesis in waterstressedleaves, stomata vs. metabolismandthe role of ATP. *Ann. Bot.* (89) 1-15pp.
- Main, M.A.R., andNafziger, E.D., 1994 Seed size andwaterpotentialeffects on germinationandseedlinggrowth of winterwheat. *CropSci.*, 36: 169-171.
- Masmoudi, K., Brini, F., Hassairi. AndEllouz,R., 2001. IsolationandCharacterization of a DifferentiallyExpressedSequenceTagfromTriticum Durum Salt-StressedRoots. *PlantPhysiology, Biochemistry*, 39: 971-979.
- Munns, R., 2002. Salinity, GrowthandPhytohormones, Salinity: Environment-Plants-Molecules, PublishedbyKluwerAcademicPublishers, ISBN 1-4020-0492-3, Dordrecht, TheNetherlands, 522p.
- Nawaz, K., Talat, A., Hussain, K., Majeed, A., 2010. Induction of salt tolerance in twocultivars of sorghum (*Sorghumbicolor*L.) byexogenousapplication of proline at seedlingstage. *World AppliedSciencesJournal* 10: 93-99.
- Patane, C., Saita, A. and Sortino,O.,2013, Comparativeeffects of salt andwaterstress on seedgerminationandearlyembryogrowth in twocultivars of sweetsorghum. *J. Agron. CropSci.* (199) 30-37pp.
- Poljakoff-Mayber, A., Somers, G.F., Werker, E., Gallagher, J.L., 1994. Seeds of *Koteletzkyavirginica*(Malvaceae): theirstructure, germinationand salt tolerance, *Am. J. Bot.*, 81, 54-59.
- Saboora, A., Kiarostami, K., 2006 Salinity (NaCl) tolerance of wheatgenotypes at germinationandearlyseedlinggrowth. *Pakistan Journal of BiologicalScience*9: 2009-2021.
- Sarıcan, C., Çete, N. 1998. Silajlık Yem Bitkileri Üretimi ve Silaj Yapımı Amerikan Tahıl Konseyi Yayını. İzmir.
- Sava, B., 1995 Farklı Sıcaklık Derecelerinin Bazı Tek Yıllık Baklagil Yem Bitkilerinin Çimlenmeleri Üzerine Etkileri.

- Singh A.K., Tripathi I.D. and Chowdhury R.K., 1975. Effect of Seed Size on Seedling Growth and Mature Plant Characters in Barley (*Hordeum vulgare* L.). *Field Crop Abst.* 29 (10) 7661.
- Warner J.E., Finkelstein R.R., 1995. Arabidopsis mutants with reduced response to NaCl and osmotic stress. *Physiologia Plantarum* 93: 659-666.
- Yıldız M., Cenkeci S., Terzi H., Konuk M., 2007. Effects of salinity on germination and some growth parameters in three cultivars of Zea mays L., *Afyon Kocatepe University Journal of Science*, In Press.
- Yupsanis, T., Moustakas, M., Domianidou, K., 1994. Protein phosphorylation- dephosphorylation in alfalfa seeds germinating under salt stress, *J. Plant Physiol.*, 143, 234-240.



## Spinetoram'ın Börülce Tohum Böceği, *Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae)'a Karşı Rezidüel Toksisitesinin Belirlenmesi\*

Determination of Residual Toxicity of Spinetoram Against Cowpea Weevil, (*Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae))

Mert SULAR<sup>1</sup>, Özgür SAĞLAM<sup>1\*</sup>, Ali Arda IŞIKBER<sup>2</sup>

### Öz

Mevcut çalışmada laboratuvar koşullarında Spinetoram'ın solüsyon halinde nohut üzerinde *Callasobruchus maculatus* (F.) erginlerine karşı rezidüel toksisitesi araştırılmıştır. Bu kapsamda *C. maculatus* erginlerine karşı 1,3,5 ve 7 gün süreyle nohut üzerinde solüsyon halde Spinetoram'ın 6, 12, 24, 48 ve 60 ppm (mg aktif madde/l su) konsantrasyonlarında biyolojik testler yürütülmüştür. Nohut yüzeyine solüsyon halde püskürtülen Spinetoram'ın 48 ppm konsantrasyonda 5. günde ve yüksek konsantrasyonda (60 ppm) 3. günde *C. maculatus* erginlerinin hemen hemen %100' ünün felç olduğu yada öldüğü görülmüştür. Spinetoram'ın *C. maculatus* erginlerine karşı LC<sub>50</sub>, LC<sub>90</sub>, LC<sub>99</sub> değerleri sırasıyla 3.177, 45.230, 79.514 ppm bulunmuştur. Spinetoram'ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarında nesil ergin çıkışları sırasıyla 3 ve 1 bireyin altında kalmışken 6, 12 ve 24 ppm konsantrasyonlarda ise yeni nesil ergin çıkışları 29, 13 ve 5 birey bulunmuştur. Sonuç olarak bu çalışma Spinetoram insektisitinin ürüne solüsyon halde uygulamasının depolanmış baklagillerde sorun olan *C. maculatus* mücadelesinde kullanılabilme potansiyelini ortaya çıkarmış ve konvensiyonel sentetik insektisitlere alternatif olabileceğini göstermiştir.


**Anahtar Kelimeler:** Spinetoram, lethal doz, *Callasobruchus maculatus*, nohut, rezidüel toksisite

### Abstract

In the present study, determination of residual toxicity of Spinetoram solution efficacy was evaluated on chickpeas against adult of *Callasobruchus maculatus* (F.) under laboratory condition. In laboratory bioassay, *C. maculatus* adults on chickpeas were exposed to Spinetoram 6, 12, 24, 48 and 60 ppm (mg active substance/l water) concentrations during 1,3,5 and 7 days. %100 paralyze and mortality rate of *C. maculatus* adults were recorded on surface treated chickpeas by Spinetoram at 48 ppm day of 5 and above concentration (60 ppm) day of 3. Spinetoram LC<sub>50</sub>, LC<sub>90</sub>, LC<sub>99</sub> values of *C. maculatus* adults 3.177, 45.230, 79.514 ppm were recorded respectively. At Spinetoram concentrations of 48 and 60 ppm progeny production was less than 3 and 1 adult respectively while at 6, 12 and 24 ppm concentrations progeny production was 29, 13 and 5 adults. In conclusion, this bioassay showed potential ability to use of Spinetoram treatment as a solution on stored products against major stored leguminosae pest *C. maculatus* was revealed and to be an alternative for conventional synthetic insecticides.

**Keywords:** Spinetoram, lethal dose, *Callasobruchus maculatus*, chickpeas, residual toxicity

<sup>1</sup> Mert Sular, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ.

<sup>1\*</sup> Sorumlu yazar/Correspondence author: Özgür Sağlam, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ, E-mail: osaglam@nku.edu.tr,  OrcID: 0000-0003-3138-2884

<sup>2</sup> Ali Arda Işıkber, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kahramanmaraş  OrcID: 0000-0003-1236-4648

**Atıf/Citation:** Sular, M., Sağlam, Ö., Işıkber, A. A. Spinetoram'ın Börülce Tohum Böceği, *Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchninae)'a karşı rezidüel toksisitesinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 133-143

\* Yüksek Lisans tezinin bir kısmından üretilmiş olup, NKUBAP.00.24.YL.15.07 no'lu proje ile desteklenmiştir.

### Extendend Summary

Legumes grown as a culture plant since the beginning of human history; bean, chickpea, cowpea, red mullet, broad bean, pea lentil are important products. Legumes, which are the main source of plant proteins in human nutrition, constitute a large part of our agricultural resources both in plantation area and production in our country (Adak et al. 2010). *Callosobruchus maculatus*, known as cowpea weevil, is a species that feeds on the cowpea, chickpea and pea and provides multi generation and also causes 100% loss in stored products and 60% weight loss (Kaita et al. 2000). Major damages of Cowpea weevil are loss of weight and market value (Elhag 2000), loss of seed germination (Kayder et al. 1973, Seçkin 1981, Zeren and Yabas 1989, Baier and Webster 1992) and the reduction of protein content. Fumigation is still one of the most effective methods for prevention of storage losses. Phosphine and methyl bromide (MB) are the most common fumigants used for stored-product protection throughout the world. Spinetoram, a new member of the Spinosyn group, has been tested against pests of stored products and has been found to be effective against several species (Vassilakos et al. 2012, Vassilakos and Athanassiou 2012). In the present study, determination of residual toxicity of Spinetoram solution efficacy was evaluated on chickpeas against adult of *Callosobruchus maculatus* (F.) under laboratory condition.

**Insect culture:** Insects were reared on *Cicer arietinum* L. var. kocbasi chickpea seeds in glass jars at  $26 \pm 1$  °C temperature,  $65 \pm 5$  % RH under dark laboratory condition. New subcultures were established weekly, by removing approximately 100 beetles from each of the two oldest jars, the oldest then being discarded. In biological tests 2-3-days old adults were used.

**Commodity:** Uninfested and untreated chickpea (*Cicer arietinum* L. var. kocbasi) with  $8 \pm 0.5$  % of moisture content was used for the bioassays and insect rearing. The chickpeas were placed a freezer at  $-18$  °C for one week to destroy any remaining insects before the seed was used for insect rearing and laboratory trials.

**Insecticide and insecticide treatment:** A suspension concentrate (SC) formulation of Spinetoram (Radiant 120 SC) that contained 120 g of active ingredient (AI) per liter and was used for bioassays. 500 g of chickpea was sprayed with spinetoram at seven concentration levels: 0 (control), 6, 12, 24, 48 and 60 ppm (mg active substance/ l water/ 0.5 kg product).

**Bioassays:** 330 ml cylindrical glass jars were used as the experimental units for bioassays. For each spinetoram concentration, five samples, each of 100 g, were taken from each jar of treated bean and placed in vials. Then, 20 one to three-day old and mixed-sex adults of *C. maculatus* were introduced into each vial (separate vials for each concentration). All these vials were placed in incubators set at  $25 \pm 1$  °C,  $65 \pm 5$  % RH and continuous darkness. Dead (no motion) and paralysis (only moving antenna and legs) of the exposed individuals were recorded after 1, 3, 5 and 7 day of exposure in the treated and untreated substrate. After the 7 day of exposure, all adults (dead or alive) were removed and the jars returned to the experiment conditions. Forty-two days later (Rees, 2004), adult progeny emergences ( $F_1$ ) were counted in treated and untreated vials.

#### Results and discussion

Different concentrations of Spinetoram solution applied for 1, 3, 5 and 7 days exposure period was observed to have significant effect on the mortality, paralysis and paralysis + mortality rates of *C. maculatus* adults on chickpea. At the highest concentration (60 ppm) 82.5 % mortality rate was obtained after 1 day of spinetoram treatment while at same concentration 98.9 % mortality rate was achieved after 7 days of exposure time. High levels of paralysis were observed at 60 ppm concentration during 1st day of exposure time and then decreased on following exposure times. Statistically significant differences were observed between paralysis and mortality percentage rates at 12, 24 and 48 ppm concentrations of Spinetoram. After 3 days, 100% mortality + paralysis rate was observed at the highest concentration of Spinetoram (60 ppm). There were significant differences in progeny production between Spinetoram concentrations and control treatment. At 60 ppm, very low adult numbers were observed, whilst progeny production was observed at the all concentrations. These results indicated that spinetoram treatment was not completely suppress the progeny production of *C. maculatus*. In conclusion, this study showed that Spinetoram solution treatment would be potential to use of controlling major stored Leguminosae pest *C. maculatus* as an alternative for conventional synthetic insecticides.

#### Acknowledgements

This study was supported by Namık Kemal University MS research grant (NKUBAP.00.24.YL.15.07).

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri kültür bitkisi olarak yetiştirilen baklagiller; fasulye, nohut, börülce, barbunya, bakla, bezelye mercimek önemli ürün çeşitleridir. İnsan beslenmesinde bitkisel proteinlerin ana kaynağı durumunda olan baklagiller yurdumuzda hem ekim alanı hem de üretim bakımından tarımsal kaynaklarımızın büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Adak ve ark. 2010). Yemelik baklagiller içerdiği protein, mineral maddeler ve vitaminler ile insan beslenmesinde dünyamızda ve ülkemizde tahıllardan sonra dünyamızda ve ülkemizde önemli bir gıda olarak yer almaktadır. Türkiye birçok baklagil ürününün anavatanıdır ve uzun yıllardan beri yetiştirilip fazla miktarda tüketilmektedir (Akova 2010). Toplam baklagil üretimi dikkate alındığında, Türkiye dünyanın en büyük üreticileri arasındadır. 2016 dünya verilerine göre, nohut, mercimek ve fasulyeden oluşan baklagil ekim alanı 47 524 015 ha, üretimi 45 242 202 ton (FAO,2016) ve Türkiye’de baklagil ekim alanı 7 015 846 da, üretimi 1 055 000 ton olarak gerçekleşmiştir. Toplam baklagil üretimi içerisinde nohut % 43.1, mercimek % 34.6, fasulye % 22.3 paya sahiptir. Türkiye’de 2016 yılında nohut üretim alanı 3 595 289 da, üretim miktarı 455 000 ton ve verimi 129 kg/da’dır (TÜİK 2016).

Depolanmış ürünlerde zararlıların beslenmesi sonucu ağırlık kayıpları, tohum özelliğinin düşmesi kalite besin değerlerinde istenmeyen değişiklikler meydana gelmekte ve böylece ürünün ticari değeri düşmektedir (Boxall 2001). Bruchidae familyasına bağlı baklagil tohum böceklerinin büyük çoğunluğunun esas konukçuları Leguminosae familyasına bağlı bitki türleridir (Lodos 1998). Baklagil tohum böcekleri ‘‘tek döl veren türler’’ (*Bruchus pisorum* L., *B. rufimanus* Boh., *B. lentis* Fröhl. ve *B. ervi* Fröhl.) ve ‘‘çok döl veren türler’’ (*Callosobruchus maculatus* (F.) ve *Acanthoscelides obtectus* (Say.)) olarak iki gruba ayrılır. Ülkemizde depolanmış baklagillerde saptanan en yaygın türlerin *C. maculatus* (Börülce tohum böceği) ve *A. obtectus* (Fasulye tohum böceği) olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur (Elmalı ve Toros 1990, Turanlı 2007). Börülce tohum böceği olarak bilinen *C. maculatus* börülce, nohut ve bezelyede beslenip çok döl veren bir türdür. Depolanmış ürünlerde popülasyonu her ay yeni nesil vererek hızlı bir şekilde artmaktadır (Ouedraogo ve ark. 1996). Ayrıca depolanmış ürünlerde % 100 zarar meydana getirerek % 60 ağırlık kaybına neden olmaktadır (Kaita ve ark. 2000). Başlıca zararları; ağırlık kaybı, pazar değeri kaybı (Elhag 2000) tohum çimlenme gücünün kaybı (Kayder ve ark. 1973, Seçkin 1981, Zeren ve Yabaş 1989, Baier ve Webster 1992) ve protein içeriğinde azalma şeklinde sıralamak mümkündür. Bu şekilde zarar görmüş, iç ve dış piyasada önemli yeri olan baklagillerin, pazar değeri de düşer. Zararının ergin diyapozunun olmaması, tarlada ve depoda bulaşmanın gerçekleşmesi ve yüksek üreme gücü bu zararlıya karşı mücadelenin önemini arttırmaktadır.

Fosfin gibi fumigantların yanı sıra Chlorpyrifos-methyl, Deltamethrin gibi rezidüel etkili insektisitler *C. maculatus* mücadelesinde kullanılmaktadır (Jackai ve Adalla 1997). Ülkemizde ise depolanmış baklagil zararlıların mücadelesinde en yaygın kullanılan kimyasal mücadele yöntemi içerisinde Aliminyum-fosfin ile fumigasyon ve kontak etkili sentetik insektisitler (Chlorpyrifos-methyl, Pirimiphos-metil, Deltamethrin+piperonyl butoxide) yer almaktadır. Aliminyum-fosfin ve kontak etkili sentetik insektisitlerin kullanımı bazı depolanmış ürün zararlılarının dayanıklılık geliştirmesi (Zettler ve ark. 1989, Bell ve Wilson 1995, Chaudry 1996, Athiè ve ark. 1998), insanlara ve çevreye olan yüksek toksisiteye sahip olması ve kalıcılık sürelerinin uzun olması gibi pek çok sorunu beraberinde getirmesi, hem çevre hem de toksikolojik açıdan güvenli, daha selektif ve etkili insektisitlerin araştırılmasına yönelik çalışmaların artmasına neden olmuştur.

Spinosyn grubunun yeni bir üyesi olan Spinetoram depolanmış ürün zararlılarına karşı test edilmiş ve birkaç türe karşı etkili bulunmuştur (Vassilakos ve ark 2012, Vassilakos ve Athanassiou 2012). Spinetoram *Saccharopolyspora spinosa* Mertz ve Yao (Bacteria: Actinobacteridae) bakterisinin metabolitleri Spinosyn J ve Spinosyn L’ nin sentetik olarak modifiye edilmiş karışımıdır. Spinosad ile aynı etki mekanizmasına sahip olmakla birlikte zararlıların sinir sisteminde nikotinik asetilkolin (nACh) reseptör bölgesine etki ederek neo-nicotinoid bileşiklerden farklılaşmakta ve kontakt yada sindirim yoluyla etkisini göstermektedir (Dripps ve ark. 2011). Spinetoram birçok tarla zararlısına karşı etkisini kanıtlamış olup etkin dozu Spinosad’a göre daha düşük bulunmuştur (Williams ve ark. 2003, Seal ve ark. 2007, Sayed ve ark. 2010). Örnek olarak, Seal ve ark. (2007)’de yapmış olduğu çalışmada Spodoptera spp. (Lepidoptera:Noctuidae) larvasının kontrolü için Spinosad’a göre oldukça düşük dozda uygulanan Spinetoram’ı etkili bulmuştur. İlaveten, Spinetoram akarisit olarak kullanılabilceği rapor edilmiştir (El Kady ve ark. 2007). Ancak, Spinosad’ın akarisit etkisi bulunmamaktadır. Sonuç olarak, en son yapılan çalışmalar Spinetoram’ın faydalı böceklerle karşı Spinosad’a göre daha güvenilir olduğunu göstermiştir (Srivastava ve ark. 2008). Buna örnek olarak Spinetoram; Spinosad’la karşılaştırıldığında *Bombus terrestris* (L.) (Hymenoptera: Apidae)’ e karşı daha düşük toksisite göstermiştir (Besard ve ark. 2011). Spinetoram’ın Spinosad’dan daha etkili olduğu düşünülmektedir (Dripps ve ark. 2008, Sparks ve ark. 2008).

Spinetoram’ın depolanmış ürün zararlılarına karşı etkinliği ile ilgili çok fazla çalışma olmamasından dolayı bu insektisit depolanmış ürün zararlıların mücadelesinde kullanılabilme potansiyeli tam olarak bilinmemektedir. Bu makalede laboratuvar koşullarında Spinetoram insektisitinin solüsyon halinde nohuta yüzey ilaçlaması yapılarak

Börülce tohum böceği (*Callasobruchus maculatus* F.) erginlerine karşı rezidüel toksisitesi ele alınmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Biyolojik testlerde kullanılan insektisit

#### Spinetoram (Radiant 120 SC)

Spinetoram; Dow AgroScience tarafından üretilen Spinosyn serisinin ikinci üyesidir. Spinetoram kimyasal olarak modifiye edilmiş Spinosyn J ve L'nin karışımıdır. Katı formu beyaz, kirli beyaz renkli toz halindedir. Radiant 120 SC Dow AgroScience tarafından üretilmekte olup 120 g/l Spinetoram aktif maddesini içermektedir. Suda dağılabilen granül veya süspansiyon konsantre formülasyonları üretilmektedir. Formülasyonlar Delegate™, Exalt™ ve Radiant™ olarak farklı ticari isimler altında satılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Örgütü (US EPA) düşük risk pestisit programında kullanılmasını uygun bulunmuştur. Spinetoram geniş spektrumlu insektisittir. Düşük dozlarda dahi hedef organizmaya yüksek etkilidir. Faydalı organizmalara karşı güvenlidir. Gözle teması halinde hafif tahrişe neden olabilir. Ancak, deride tahriş meydana getirmemektedir. Granül formülasyonu silis içerdiği için burun ve boğazda tahrişe neden olmaktadır. Ürünü uygularken uygun koruyucu elbiseler giyinmeli ve kullanmadan önce ürün etiketi dikkatle okunmalıdır. Spinetoram kimyasal yapısı Spinosad ile benzerdir. Organik tarımda kullanılması kabul edilmiştir. Spinetoram elma içkurdu, doğu meyve güvesi, thrips, armut psillidi, salkım güvesine karşı mücadelede farklı ülkelerde ruhsatlandırılmıştır (Dow AgroScience 2014). Ülkemizde ise domates güvesi, pamuk yaprakkurdu, çiçek thrips ve patates böceği mücadelesinde ruhsatlandırılmıştır (Dow AgroScience 2015).

#### Biyolojik testlerde kullanılan nohut

Biyolojik zararlı ile bulaşık olmayan, %9±1 ürün nemi içeren 9 mm ‘‘Koçbaşı’’ nohut çeşidi kullanılmıştır. Dane iriliği önemli bir pazar kriteridir. TSE, Türkiye’de yetiştirilen nohut çeşitlerini tane yapılarına göre Koçbaşı, Kuşbaşı, Bezelyemsi ve Karışık olarak 4 gruba ayırmıştır. Bunlar içerisinde tüketiciler tarafından en çok tercih edilen ve yemeklik olarak kullanılan Koçbaşı dane grubudur (Akdağ 2001).

#### Biyolojik testlerde kullanılan ilaçlama aleti

Yüzey ilaçlamaları için Airbrush (havalı boya tabancası) kompresörü kullanılmıştır. Hava kompresörü HSENG Airbrush AS18 model (Ningbo Haosheng Pnömatik Machinery Co., Zhejiang, Çin) kompresör üzerinde manometre, basınç regülatörü, hava filtresi ve airbrush (boya tabancası) bulunmaktadır. Özel ayarlanabilen basınç regülatörü, 60 psi (mevcut özel basınç)’de durdurmak 30 psi’de başlatmak için Airbrush; kompresör güç: 1/5 HP, voltaj: 220-240 V, frekans: 50 HZ, boyut: 25.5x13.5x17 cm, net ağırlığı: 3.6 kg. Boya tabancasının meme ucu 0.2 mm, çalışma basıncı 15-50 psi, hazne kapasitesi 2 ml özelliklerindedir.

#### *Callasobruchus maculatus* (F.)’ un temini ve laboratuarda yetiştirilmesi

Çalışmada, *Callasobruchus maculatus*’un ergin dönemleri kullanılacak stok kültüre alınması: % 65±5 nemde ve 26±1 °C sıcaklıkta iklim dolabında karanlık ortamda, 1 litrelik kavanozlara 300 g nohut konularak yapılmıştır. *C. maculatus* üretimi için 30-40 adet karışık cinsiyetli ergin birey 1 litrelik cam kavanozlarda bulunan nohut üzerine bırakılacaktır. On dört gün boyunca ergin bireyler dane üzerine yumurta bırakması ve yumurtadan çıkan larvaların dane içerisine girmesi sağlanmıştır. Daha sonra erginler 4 mm Retsch marka metal elek kullanılarak kavanozdan çıkarılmıştır. Larvaların gelişmesi ve ergin çıkışları günlük olarak kontrol edilmiş ve kültür kavanozlarından yeni nesil ergin çıkışı olduğunda 4 mm elek yardımıyla nohuttan ergin bireyler alınarak denemeler için kullanılmıştır.

### Biyolojik testler

#### Laboratuar koşullarında Spinetoram’ın solüsyon uygulaması

Biyolojik etkinlik testleri 25±1 °C sıcaklıkta % 60±5 nispi nemde ve tamamen karanlık iklim odasında yürütülmüştür. Denemelerde kullanılan nohut 1 hafta süreyle -20 °C sıcaklıktaki derin dondurucuda bekletilerek olası zararlı bulaşıklığı yok edilmiş olup daha sonra buzdolabında saklanmıştır. Biyolojik testlerde 1-2 günlük Börülce tohum böceği erginleri, farklı etken maddeli ilaçların solüsyonu Airbrush (boyama tabancası) ile direk püskürtülen ürünlere konulmuştur. Yeni dönem hasat edilmiş %9±1 nem içeren nohut kullanılmıştır. Her biyolojik etkinlik testi 5 tekkerrürlü olarak yapılmıştır ve her bir test için 5 kontrol bırakılmıştır. Denemeler bölünmüş tesadüfi parseller deneme desenine göre kurulmuştur. Derin dondurucudan çıkarılmış ürünler terazi (0.1 g hassasiyette) yardımıyla 500 g’lık partiler halinde tartılmış ve Airbrush ile ilaçlı solüsyon (karışım) ürün üzerine homojen şekilde püskürtülmüştür. Plastik küvetlerde 500 g’lık paketler halinde tartılmış nohutlar denemelerde kullanılan farklı etken maddeli ilaçlı solüsyon uygulanarak ağzı tül ile kapatılmış ve çeker ocak altında 1 gün süreyle kurutulmaya bırakılmıştır. Her bir tekrür için daneden yeni çıkmış karışık cinsiyetli 1-2 günlük ergin bireylerden 20 adet sayılarak içerisinde ürün bulunan 0,5 l’lik kavanozlara konulmuştur. Böcekler konulduktan sonra kavanozların ağzı tül ile kapatılarak %65±5 nispi nemde 26±1°C sıcaklıkta ve tamamen karanlık iklim odasında tutulmuştur.

Spinetoram solüsyonu (karışımı) uygulamasından 1, 3, 5, 7 gün sonra 2 mm'lik elek yardımıyla ve binoküler ile ölü-felç-canlı sayımları yapılarak ölü-felç-canlı sayıları kaydedilmiştir. Kontroldeki böceklerle kıyasla anten ve ayaklarını titreterek, yürüme yeteneğini yitirmiş, anormal hareket eden böcekler felç olarak tanımlanmıştır. Her sayımda ölen böcek kavanozdan çıkarılmış, canlı ve felç böcekler tekrar kavanoza konulmuştur. Yedinci gün sonunda bütün uygulamalardan ve kontrolden ergin bireyler 2 mm'lik elek yardımıyla çıkarılmıştır. Spinetoram'ın *C. maculatus*'un yeni nesil sayısına karşı etkisini belirlemek için böceklerin çıkartıldığı uygulama kavanozları ve uygulama yapılmayan kontrol kavanozları %65±5 nispi nemde 26±1°C sıcaklıkta ve tamamen karanlık iklim odasında tutulmuştur. 42 gün sonra yeni nesil ergin çıkışları gözlenmiş ve çıkan ergin sayıları kayıt edilmiştir.

#### Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analizi

Spinetoram'ın rezidüel toksisitenin belirlenmesi için yapılan koruyucu uygulamalar, konsantrasyonu, uygulama süreleri, uygulamaya alınan birey sayılarını, uygulama sonrası *Callasobruchus maculatus*' un ölüm, felç ve felç+ölüm olan birey sayılarını içeren Excel tabloları ve buna ek olarak yeni nesil (F<sub>1</sub>) dölü ergin sayılarını içeren Excel tabloları oluşturulmuştur. Her ilacın ürünlü solüsyon (karışım) uygulamaları için *C. maculatus*' un ölüm, felç ve felç+ölüm oranları (%) hesaplanmıştır. Bunlara ek olarak yeni nesil (F<sub>1</sub>) ergin sayılarını da hesaplanmıştır. Ürünlü uygulamalarına ait ölüm, felç ve felç+ölüm oranları Arcsine transformasyonuna tabi tutulduktan sonra bu verilere çift yönlü (faktörler; maruz bırakma süresi ve uygulama konsantrasyonu) varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır (SPSS, 2009). Ayrıca Spinetoram uygulamasından 7 gün sonra ölü olan birey sayılarının LC<sub>50</sub>, LC<sub>90</sub>, LC<sub>99</sub> değerleri %95 güven aralığında POLO-PC probit analiz programı kullanılarak hesaplanmıştır (LeOra Software 1987). Ürünlü ilaçlı solüsyon uygulamalarından elden edilen yeni nesil ergin sayıları ile ilgili verilere ise transformasyon yapılmadan istatistiksel analiz uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar %5 önem seviyesinde Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir.

#### Araştırma Bulguları

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 1,3,5 ve 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranı (%) Çizelge 1.'de verilmiştir. Çizelge 1. dikey olarak incelendiğinde 1. gün dahil tüm maruz bırakma sürelerinde Spinetoram konsantrasyonu arttıkça erginlerin ölüm oranlarında istatistiki olarak önemli derecede arttığı görülmüştür (Çizelge 1.). Birinci gün dahil tüm maruz bırakma sürelerinde (3., 5. ve 7.gün) Spinetoram'ın tüm konsantrasyonlarına ait ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 1.; P<0.0001). Birinci gün dahil tüm maruz bırakma sürelerinde en yüksek ölüm oranı 60 ppm konsantrasyona ait ölüm oranları istatistiki olarak yüksek bulunmuştur. Birinci gün dahil tüm maruz bırakma sürelerinde en yüksek ölüm 60 ppm konsantrasyonda görülürken en düşük ölüm oranı 6 ppm'de görülmüştür (Çizelge 1.). *C. maculatus* erginlerinin hemen hemen % 100 seviyesinde ölüm oranı 3. ve 5. günde 60 ppm konsantrasyonda görülürken, 7. günde yine 60 ppm konsantrasyonda elde edilmiştir. Bu sonuçlar 1. gün sonunda Spinetoram'ın test edilen 6 ve 12 ppm konsantrasyonları *C. maculatus* erginlerin hemen hemen hiç ölümüne neden olmadığını, 3., 5. ve 7. gün sonunda ise Spinetoram'ın yüksek konsantrasyonlarda (60 ppm) *C. maculatus* erginlerin hemen hemen %100 oranında ölümün gerçekleştiğini göstermiştir.

Çizelge 1. yatay olarak incelendiğinde 6 ve 60 ppm konsantrasyonlar hariç maruz kalma sürelerine ait *C. maculatus* erginlerinin ölüm oranları arasında önemli seviyede farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 1.; P<0.0001). 12, 24 ve 48 ppm konsantrasyonlarda Spinetoram' a maruz bırakılma süresi arttıkça erginlerin ölüm oranında istatistiki olarak önemli derecede artış görülmüştür (Çizelge 1.). Tüm konsantrasyonlarda en yüksek ergin ölüm oranı 7. günde elde edilirken en düşük ölüm oranı ise 1. günde elde edilmiştir. Nitekim 12 ve 24 ppm konsantrasyonlarda 7. günde ölüm oranı 1. ve 3. günde ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. 24 ppm konsantrasyonda 5. ve 7. günde ölüm oranları 3. günde ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. Yüksek konsantrasyonlarda (48 ve 60 ppm) 7. günde ölüm oranları ile diğer tüm günlerdeki ölüm oranları istatistiki olarak benzer bulunurken düşük konsantrasyonlarda ise 7. günde ölüm oranları 3. günde ölüm oranlarından önemli seviyede yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1.). 60 ppm konsantrasyonda 7. günde *C. maculatus* erginlerinin %100 veya %100'e yakın ölüme ulaşılmıştır. Bu sonuçlar Spinetoram'ın tüm konsantrasyonlarında 5. günden sonra *C. maculatus* erginlerinin ölümünün önemli derecede arttığını ve 60 ppm konsantrasyonda 7. günde *C. maculatus* erginlerinin %100 veya %100'e yakın ölümün elde edildiğini göstermiştir.

**Çizelge 1. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5 ve 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin ölüm oranı**

**Table 1. Mean mortality (%±SE) of *Callasobruchus maculatus* on chickpeas treated by Spinetoram at the different concentrations for 1, 3, 5 and 7 day of exposure time**

| Konsantrasyon (ppm) | Ölüm Oranı (%)*± S.Hata     |                              |                              |                             | F ve P değeri            |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
|                     | 1. gün                      | 3. gün                       | 5. gün                       | 7. gün                      |                          |
| 6                   | 10.8±5.8 Cb*                | 17.3±6.2 Dab                 | 22.0±7.5 Dab                 | 36.6±8.4 Ca                 | $F_{3,16}=2.6$ P<0.086   |
| 12                  | 8.0±2.1 Cc                  | 10.9±1.7 Dc                  | 40.7±4.9 Cb                  | 80.2±8.4 Ba                 | $F_{3,16}=31.9$ P<0.0001 |
| 24                  | 12.9±4.5 Cc                 | 55.6±4.6 Cb                  | 78.0±4.3 Ba                  | 82.0±2.1 Ba                 | $F_{3,16}=39.0$ P<0.0001 |
| 48                  | 29.3±6.7 Bb                 | 74.8±4.3 Ba                  | 84.2±4.4 Ba                  | 87.2±5.4Ba                  | $F_{3,16}=45.5$ P<0.0001 |
| 60                  | 82.5±7.2 Ab                 | 94.4±3.2 Aab                 | 95.4±3.4 Aab                 | 98.9±1.0 Aa                 | $F_{3,16}=2.5$ P=0.091   |
| ko                  | 0.2±0.2 Dc                  | 1.12±0.7 Ec                  | 3.21±1.3 Eb                  | 5.22±1.2 Da                 | $F_{3,96}=14.7$ P<0.0001 |
| F ve P değeri       | $F_{5,44}=67.4$<br>P<0.0001 | $F_{5,44}=162.3$<br>P<0.0001 | $F_{5,44}=111.3$<br>P<0.0001 | $F_{5,44}=95.7$<br>P<0.0001 |                          |

\*Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5 ve 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerin felç oranı (%) Çizelge 2.'de verilmektedir. Çizelge 2. dikey olarak incelendiğinde 1.gün, 3.gün ve 5.gün maruz bırakma sürelerinde Spinetoram'ın tüm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 2.; P<0.0001). Birinci günde Spinetoram'ın 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki olarak aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç oranları Spinetoram'ın 6 ve 12 ppm konsantrasyonlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2.). Üçüncü günde Spinetoram'ın 12, 24 ve 48 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki olarak aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç oranları Spinetoram'ın 6 ve 60 ppm konsantrasyonlarından önemli derecede daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2.). Yedinci günde ise Spinetoram uygulanmış tüm konsantrasyonlarına ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılık bulunmamıştır. *C. maculatus* erginlerinde %20 oranında felç 1. günde 60 ppm konsantrasyonda görülürken 5. günde Spinetoram'ın 12 ppm konsantrasyonda yaklaşık %20 seviyesinde felç elde edilmiştir. Bu sonuçlar Spinetoram'ın 60 ppm konsantrasyonda 1. gün sonunda %20 oranında ve 12 ppm'de 5.gün sonunda *C. maculatus* erginlerin yaklaşık %20 seviyesinde felç olduğunu göstermiştir.

Çizelge 2. yatay olarak incelendiğinde Spinetoram'ın 12 ppm konsantrasyonda maruz kalma sürelerine ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılıklar bulunurken (Çizelge 2.; P<0.0001) 6, 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda tüm maruz kalma sürelerine ait felç oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 2.; P=0.502; P=0.277; P=0.711; P=0.574). Spinetoram'ın 12 ppm konsantrasyonda 3., 5. ve 7. güne ait felç oranları 1. güne ait felç oranlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. Spinetoram'ın 6, 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarına ait felç oranları tüm günlere ait felç oranlarından önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür. Spinetoram'ın 12 ppm konsantrasyonunda 5. günde yaklaşık %20 oranında, 1. günde ise 60 ppm konsantrasyonda %20 seviyesinde felç meydana gelmiştir. Spinetoram'ın düşük konsantrasyonunda (6 ppm) ise 5. günde yaklaşık %15 oranında felç elde edilmiştir. Bu sonuçlar Spinetoram'ın 60 ppm konsantrasyonda 1. günde %20 seviyesinde ve 12 ppm konsantrasyonda 5. günde *C. maculatus* erginlerin yaklaşık %15 seviyesinde felç olduğunu göstermiştir.

**Çizelge 2. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5 ve 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callosobruchus maculatus* erginlerin felç oranı**

**Table 2. Mean paralysis levels (%±SE) of *Callosobruchus maculatus* on chickpeas treated by Spinetoram at the different concentrations for 1, 3, 5 and 7 day of exposure time**

| Konsantrasyon (ppm) | Felç Oranı (%)*± S.Hata            |                                     |                                     |                                   | F ve P değeri                    |
|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                     | 1. gün                             | 3. gün                              | 5. gün                              | 7. gün                            |                                  |
| 6                   | 4.8±3.6 BAa*                       | 3.0±1.2 Ba                          | 11.3±4.8 Aa                         | 5.8±3.6 ABa                       | F <sub>3,16</sub> =0.8 P=0.502   |
| 12                  | 0±0.0 Cb                           | 12.0±2.0 Aa                         | 15.0±6.5 Aa                         | 4.9±3.1 ABb                       | F <sub>3,16</sub> =7.9 P<0.0001  |
| 24                  | 9.5±2.3 Aa                         | 6.5±1.9 Aba                         | 7.0±2.2 Aba                         | 3.3±1.3 Aba                       | F <sub>3,16</sub> =1.4 P=0.277   |
| 48                  | 6.4±3.0 ABa                        | 13.4±4.8 Aa                         | 10.5±3.4 Aa                         | 10.5±4.3 Aa                       | F <sub>3,16</sub> =0.4 P=0.711   |
| 60                  | 15.5±8.0 Aa                        | 5.5±3.2 Ba                          | 4.5±3.4 Bca                         | 4.5±3.4 Aba                       | F <sub>3,16</sub> =0.685 P=0.574 |
| Kontrol             | 0±0 C                              | 0±0 C                               | 0±0 C                               | 0±0 B                             | F <sub>3,96</sub> = -            |
| F ve P değeri       | F <sub>5,44</sub> =9.4<br>P<0.0001 | F <sub>5,44</sub> =16.9<br>P<0.0001 | F <sub>5,44</sub> =15.5<br>P<0.0001 | F <sub>5,44</sub> =4.4<br>P=0.002 |                                  |

\*Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spinetoram'ın farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5 ve 7 gün süreyle maruz bırakılan *C. maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı (%) Çizelge 3.'de verilmektedir. Çizelge 3. dikey olarak incelendiğinde tüm maruz bırakma sürelerinde Spinetoram'ın tüm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 3.; P<0.0001). Birinci günde Spinetoram'ın 6 ve 24, 12 ve 48 ppm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç+ölüm oranları Spinetoram'ın 60 ppm konsantrasyondan önemli seviyede daha düşük bulunmuştur (Çizelge 3.). Üçüncü günde Spinetoram'ın 6 ve 12 ppm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak aynı bulunurken bu konsantrasyonlardaki felç+ölüm oranları Spinetoram'ın 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarından önemli seviye daha düşük bulunmuştur (Çizelge 3.). Yedinci günde ise Spinetoram'ın 12, 24 ppm ve 48, 60 ppm konsantrasyonlarına ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli farklılık bulunmamıştır. *C. maculatus* erginlerinde % 100'e yakın felç+ölüm oranı 1. günde 60 ppm konsantrasyonunda görülürken 3. ve 7. günde Spinetoram'ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarında %100 felç+ölüm oranı elde edilmiştir. Bu sonuçlar Spinetoram'ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda 1. ve 3. gün sonunda *C. maculatus* erginlerin çoğunlukla felç olduğunu, 5. ve 7. gün sonunda ise çoğunlukla ölümün gerçekleştiğini göstermiştir.

Çizelge 3. yatay olarak incelendiğinde Spinetoram'ın 12, 24 ve 48 ppm konsantrasyonlarında maruz kalma sürelerine ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılıklar bulunurken (Çizelge 3.; P<0.0001) 6 ve 60 ppm konsantrasyonlarda tüm maruz kalma sürelerine ait felç+ölüm oranları arasında istatistiki olarak önemli seviyede farklılık olmadığı görülmüştür (Çizelge 3.; P=0.104; P=0.418). Spinetoram'ın 6 ve 12 ppm konsantrasyonlarda 5. ve 7. güne ait felç+ölüm oranları 3. ve 5. güne ait felç+ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek bulunmuştur. Spinetoram'ın 24 ve 48 ppm konsantrasyonlarda ise 5. ve 7. güne ait felç+ölüm oranları 1. ve 3. güne ait felç+ölüm oranlarından önemli seviyede daha yüksek olduğu görülmüştür. Spinetoram'ın 60 ppm konsantrasyonunda 1. günde %100'e yakın, 5. ve 7. günde ise 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda hemen hemen %100 felç+ölüm oranına ulaşılmıştır. Spinetoram'ın düşük konsantrasyonunda (48 ppm) ise 7. günde yaklaşık %100 felç+ölüm oranı elde edilmiştir. Bu sonuçlar Spinetoram'ın 48 ppm konsantrasyonda 5. günde ve yüksek konsantrasyonda (60 ppm) 3. günde *C. maculatus* erginlerinin hemen hemen % 100'ün felç yada öldüğünü göstermiştir.

Çizelge 3. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spineteram'ın farklı konsantrasyonlarına 1, 3, 5 ve 7 gün süreyle maruz bırakılan *Callasobruchus maculatus* erginlerin felç+ölüm oranı

Table 3. Mean mortality+ paralysis levels (%±SE) of *Callasobruchus maculatus* on chickpeas treated by Spineteram at the different concentrations for 1, 3, 5 and 7 day of exposure time

| Konsantrasyon (ppm) | Felç+Ölüm Oranı (%)*±S.Hata          |                                      |                                      |                                      | F ve P değeri                    |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
|                     | 1. gün                               | 3. gün                               | 5. gün                               | 7. gün                               |                                  |
| 6                   | 15.7±4.9 Cb                          | 20.3±5.5 Dab                         | 33.3±9.5 Dab                         | 42.5±8.7 Ca                          | F <sub>3,16</sub> =2.4 P=0.104   |
| 12                  | 8.0±2.1 Bd                           | 22.9±3.3 Dc                          | 55.8±7.1 Cb                          | 85.1±5.9 Ba                          | F <sub>3,16</sub> =35.5 P<0.0001 |
| 24                  | 22.5±4.5 Cc                          | 62.1±3.2 Cb                          | 85.1±3.5 Ba                          | 85.3±2.8 Ba                          | F <sub>3,16</sub> =45.5 P<0.0001 |
| 48                  | 35.7±5.2 Bc                          | 88.2±3.4 Bb                          | 94.8±3.8 Aab                         | 97.8±1.3 Aa                          | F <sub>3,16</sub> =33.3 P<0.0001 |
| 60                  | 98±2.0 Aa                            | 100±0 Aa                             | 100±0 Aa                             | 100±0 Aa                             | F <sub>3,16</sub> =1.0 P=0.418   |
| Kontrol             | 0.2±0.2 Ec                           | 1.1±0.6 Ec                           | 3.2±1.3 Eb                           | 5.2±1.2 Da                           | F <sub>3,96</sub> =14.7 P<0.0001 |
| F ve P değeri       | F <sub>5,44</sub> =229.9<br>P<0.0001 | F <sub>5,44</sub> =298.2<br>P<0.0001 | F <sub>5,44</sub> =134.6<br>P<0.0001 | F <sub>5,44</sub> =150.7<br>P<0.0001 |                                  |

\*Verilere çift yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde DUNCAN testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spineteram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *C. maculatus* erginlerin yeni nesil ortalama ergin sayıları Çizelge 4.'de verilmektedir. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spineteram'ın tüm konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *C. maculatus* erginlerin yeni nesil ortalama ergin sayıları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.; P<0.0001). Spineteram'ın 12, 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarındaki yeni nesil ergin sayıları kontroldeki yeni nesil ergin sayısından önemli seviyede daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun yanında Spineteram'ın 12, 24, 48 ve 60 ppm konsantrasyonlardaki yeni nesil ergin sayıları istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Spineteram'ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda yeni nesil ergin çıkışları sırasıyla 3 ve 1 bireyin altında kalmışken 6, 12 ve 24 ppm konsantrasyonlarda ise yeni nesil ergin çıkışları 29, 13 ve 5 birey bulunmuştur (Çizelge 4.). Bu sonuçlar nohut üzerinde solüsyon haldeki Spineteram'ın test edilen 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarda *C. maculatus*'un yeni nesil ergin çıkışını büyük ölçüde engellediğini ve dolayısıyla *C. maculatus* popülasyonunu baskı altına alabileceğini göstermiştir.

Çizelge 4. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spineteram'ın farklı konsantrasyonlarına 7 gün süreyle maruz kalan *Callasobruchus maculatus*'un yeni nesil ortalama ergin sayıları

Table 4. Mean number of adult progeny of *Callasobruchus maculatus* on chickpea treated by spinosad at the different concentrations

| Konsantrasyon (ppm) | Yeni nesil ortalama ergin sayısı (Adet) ± S.Hata |
|---------------------|--|
| 6                   | 29.7±5.6 A*                                      |
| 12                  | 13.2±2.6 B                                       |
| 24                  | 5.6±1.4 B  |
| 48                  | 2.8±0.9 B  |
| 60                  | 0.4±0.4 B  |
| Kontrol             | 31.2±3.4 A                                       |
| F ve P değeri       | F <sub>5,43</sub> = 6.3, P<0.0001                |

\*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Duncan testine göre ortaya konmuştur. Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

### Tartışma ve Sonuç

Mevcut çalışmada laboratuvar koşullarında Spineteram'ın solüsyon halinde nohut üzerinde *C. maculatus* erginlerine karşı rezidüel toksisitesi araştırılmıştır. Nohut üzerinde solüsyon haldeki Spineteram'ın farklı konsantrasyonları ve maruz bırakılma süreleri *C. maculatus* erginlerinin ölüm, felç ve felç+ölüm oranları üzerinde



önemli etkiye sahip olmuştur.

Spinetoram'ın solüsyon halde ürüne püskürtülerek yürütülen biyolojik testler 1. gün sonunda Spinetoram'ın test edilen 6 ve 12 ppm konsantrasyonları *C. maculatus* erginlerin hemen hemen hiç ölümüne neden olmadığını, 3., 5. ve 7. gün sonunda ise Spinetoram'ın yüksek konsantrasyonlarda (60 ppm) *C. maculatus* erginlerin hemen hemen %100 oranında ölümün gerçekleştiğini göstermiştir. Spinetoram'ın 60 ppm konsantrasyonda 1. günde %20 seviyesinde ve 12 ppm konsantrasyonda 5. günde *C. maculatus* erginlerin yaklaşık %15 seviyesinde felç olduğunu göstermiştir. Ürüne solüsyon halde püskürtülerek uygulanan Spinetoram'ın 48 ppm konsantrasyonda 5. günde ve yüksek konsantrasyonda (60 ppm) 3. günde *C. maculatus* erginlerinin hemen hemen % 100' ün felç yada öldüğünü göstermiştir. Ayrıca Spinetoram'ın *C. maculatus* erginlerine karşı  $LC_{50}$ ,  $LC_{90}$  ve  $LC_{99}$  değerleri sırasıyla 3.177, 45.230, 79.514 ppm bulunmuştur. Spinetoram'ın 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarında nesil ergin çıkışları sırasıyla 3 ve 1 bireyin altında kalmışken 6, 12 ve 24 ppm konsantrasyonlarda ise yeni nesil ergin çıkışları 29, 13 ve 5 birey bulunmuştur. Bu sonuçlar nohut üzerine solüsyon haldeki Spinetoram'ın test edilen 48 ve 60 ppm konsantrasyonlarının *C. maculatus*'un yeni nesil ergin çıkışını büyük ölçüde engellediğini ve dolayısıyla *C. maculatus* popülasyonunu baskı altına alabileceğini göstermiştir. Benzer şekilde spinetoram'ın buğday uygulamasında *Rhizopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* ve *Tribolium confusum*'un erginlerine karşı üç farklı sıcaklık (20, 25 ve 30 °C) ve iki farklı nem (%55-75) kombinasyonlarının etkisi araştırılmıştır (Vassilakos ve Athanassiou 2013). Uygulama dozları 0.1, 0.5 ve 1 ppm'dir. Sayımlar uygulamadan 7, 14 ve 21 gün sonra yapılmıştır. *R. dominica* erginlerinin uygulamadan 21 gün sonra denenmiş tüm konsantrasyonların etkisi %100 oranında bulunmuştur. *S. oryzae*'de ise uygulamadan 21 gün sonra yapılan sayımlarda 0.5 ve 1 ppm dozlarının etkisi sırasıyla %96.9 ve %100 bulunmuştur. Ancak, *T. confusum*'a karşı uygulanmış tüm konsantrasyonların etkisi %48 seviyesini geçememiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda Spinetoram'ın farklı sıcaklık ve nispi nem kombinasyonlarının sadece *S. oryzae*'de etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı etki *T. confusum* ve *R. dominica*'da görülmemiştir. Diğer bir çalışmada Vassilakos ve ark. (2015) Spinetoram'ın buğdaya uygulanan 0.1, 1 ve 5 ppm konsantrasyonlarının *Sitophilus oryzae*, *Rhizopertha dominica* ve *Tribolium confusum*'a karşı etkisini araştırmıştır. Sayımlar uygulamadan 7, 14 ve 21 gün sonra yapılmıştır. Çalışmada en hassas türün *R. dominica* olduğu belirtilmiştir. *R. dominica*'da uygulamadan 21 gün sonra yapılan sayımlarda denenmiş tüm konsantrasyonların etkisi %100 seviyesinde bulunmuştur. *S. oryzae*'de ise 1 ppm konsantrasyonun uygulamasından 14 gün sonra yapılan sayımlarda ölüm oranı %99 oranından yüksek bulunmuştur ve 5 ppm konsantrasyonun uygulamasından 14 gün sonra ergin bireylerin kontrolü tamamen sağlanmıştır. *T. confusum*'a uygulanmış 5 ppm konsantrasyonda dahi ölüm oranı %80 seviyesini geçememiştir. Tüm bu sonuçlar Spinetoram etkisinin test edilen böcek türlerine karşı farklı uygulama konsantrasyonları ve sürelerine bağlı olarak kontrol edebileceğini göstermiştir.

Son yıllarda depolanmış ürün zararlılarına karşı yaygın olarak kullanılan aliminyum-fosfin ve sentetik insektisitlere (Chlorpyrifos-methyl, Deltamethrin+pipreronyl butoxide) alternatif çevre ve insana toksisitesi düşük yeni insektisitlerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada hem çevreye, hem memeli hayvanlara ve kuşlara toksisitesi daha düşük olan yarı-sentetik Spinosyn insektisidi olan Spinetoram'ın depolanmış baklagillerin önemli zararlısı olan *C. maculatus*'un mücadelesinde kullanabilme potansiyeli araştırılmıştır. Bu çalışma sonucunda laboratuvar koşullarında nohut yüzeyine solüsyon halde uygulanmış Spinetoram'ın 48 ppm konsantrasyonu 5.günde *C. maculatus* erginlerini %100 oranında felç yada ölüm gerçekleştiği ve yeni nesil ergin çıkışının büyük ölçüde engellediğini göstermiştir. Sonuç olarak ürünle birlikte Spinetoram solüsyon uygulamasının depolanmış baklagillerde sorun olan *C. maculatus*'un mücadelesinde kullanılabilme potansiyeli ve konvensiyonel sentetik insektisitlere alternatif olabileceği bu çalışma ile belirlenmiştir. Ancak, Spinetoram'ın depolanmış baklagillerde *C. maculatus*'un mücadelesinde ticari olarak kullanılabilmesi için laboratuvar dışında gerçek depo şartlarında insektisit özelliklerinin değerlendirilmesine, depolama tesislerinde bu insektisitlerin performansını ve davranışını etkilebilecek bazı faktörlerin etkilerinin belirlenmesine, doğal koşullarda Spinetoram'ın uygulanabilirliğine ve gerçek depolama tesislerinde uzun süreli rezidüel etkisinin belirlenmesine yönelik çalışmaların da yapılması gerekmektedir.

**Kaynaklar/References**

- Adak, M.S., M. Güler ve N. Kayan, 2010. Yemelik Dane Baklagiller Üretimimin Artırılması Olanakları. VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Ankara. s: 329-41.
- Akdağ, C., 2001. Tokat'ta Yüksek Verim Sağlayacak Nohut *Çesitleri* ile Ekim Zamanlarının Belirlenmesi. GOÜ Ziraat Fakültesi Yayınları No: 59, Araştırma Serisi No: 19, Tokat.
- Akova, Y., 2010. Bakliyat. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müşterarlığı İhracatı Geliştirme Etüt Merkezi Raporu. 12s.
- Athiè, I., Gomes, R.A.R., Bolonhezi, S., Valentini, S.R.T. and M.F.P. De Castro, 1998. Effects of carbon dioxide and phosphine mixtures on resistant populations of stored-grain insects. *Journal of Stored Products Research*.34: 27-32.
- Baier H. and B.D. Webster, 1992. Control of *Acanthocelides obtectus* Say (Coleoptera: Bruchidae) in *Phaseolus vulgaris* L. seed stored on small farms- II. Germination and cooking time, *Journal of Stored Product Research*, 28: 295-298.
- Bell, C.H. and S.M. Wilson, 1995. Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts. (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Products Research*. 31: 199-205.
- Besard, L., V. Mommaerts, G. Abdu-Alla And G. Smagghe, 2011. Lethal and sublethal side-effect assessment supports a more benign profile of spineteram compared with spinosad in the bumblebee *Bombus terrestris*. *Pest Management Science* 67, 541-547.
- Boxall, R.A. 2001. Post-harvest losses to insect-a world overview. *International Biodeterioration&Biodegradation* Vol. 48, pp. 137-152.
- Chaudry, M.Q., 1996. A review of the mechanisms involved in the action of phosphine as an insecticide and phosphine resistance in stored-product insect. *Pesticide Science*. 49: 213-228.
- Dow AgroScience, 2014. Product safety assesment: Spinoteram Form No. 233-00382-MM-1014X,pp. 1-3.
- Dow AgroScience, 2015. Radiant 120 SC onaylı ürün etiketi, 1s. <http://www.dowagro.com/tr-tr/turkiye/products/%C4%B0nsektisitler/radiant-120-sc> (erişim tarihi, 10.01.2018).
- Dripps J, B. Olson, T. Sparks and G. Crouse, 2008. Spineteram: how artificial intelligence combined natural fermentation with synthetic chemistry to produce a new spinosyn insecticide. *Plant Health Progress*. <https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/perspective/2008/spineteram/>, (erişim tarihi, 10.01.2018).
- Dripps J.E., R.E. Boucher, A. Chloridis, C.B. Cleveland, C.V. De Amicis, L.E. Gomez, D.L. Paroonagian, L.A. Pavan, T.C. Sparks and G.B. Watson, 2011. The spinosyn insecticides. In: Lopez, O., Fernandez-Bolanos, J.G. (Eds.), *Green Trends in Insect Control*. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, pp. 163-212.
- Elhag, EA., 2000. Deterrent effect of some botanical products on oviposition of cowpea bruchid *Callasobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae), *Int. J. Pest Manage.*, 46, 109-113.
- El Kady, G.A., H.M. El Sharabasy, M.F. Mahmoud and I.M. Bahgat, 2007. Toxicity of two potential bio-insecticides against moveable stages of *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Applied Science Research* 3, 1315-1319.
- Elmalı, M. ve S. Toros, 1990. Değişik fasulye çeşitlerinin denge nem oranları ve bunun Fasulye Tohum Böceği (*Acanthoscelides obtectus* Say, (Col., Bruchidae))' nin gelişme ve çoğalmasına etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1195, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 655 Ankara, 37s.
- FAO, 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/> (erişim tarihi, 10.01.2016).
- Jackai L.E.N. and C.B. Adalla, 1997. Pest management practices in cowpea: a review. In: Singh BB, Mhan Raj DR, Dashiell KE, Jackai LEN eds. *Advances in Cowpea Research*. International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS). IITA, Ibadan, Nigeria. 240-258.
- Kayder S, E. Bağcıoğlu and G. Mene, 1973. Marmara Bölgesi'nde börülce tohum ambar böceği *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae)'nin yayılışı, biyolojisi ve mücadelesi. *Zirai Mücadele Araştırma Yıllığı*. 7: 58-59.
- Kaita, S.M., C. Vincent, J.P. Schmit, S. Ramaswamy and A. Bélanger, 2000. Effect of various essential oils on *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *J. Stored Prod. Res.*, 36: 355-364.
- LeOra Software, 1987. POLO-PC a user's guide to probit or logit analysis, LeOra Software, Berkeley, 22 pp.
- Lodos, N., 1998. Türkiye Entomolojisi VI (Genel, Uygulamalı ve Faunistik). Yardımcı Ders Kitabı (I. Baskı). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:529. 300s.
- Ouedraogo, A.P., S. Sou and A. Sanon, 1996. Influence of temperature and humidity on population of *C. maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Peteromalidae) in two climatic zones of Burkina Faso. *Bull. Entomol. Res.*, 86: 695-702.
- Sayed, A.A., S.A. Temerak and M. Lysandrou, 2010. The use of different insect control regimes using three green chemicals to combat *Vericola livia* on date pulm fruit in Egypt. *Acta Horticulture (ISHS)* 882, 471-479.
- Seal, D.R., D.J. Schuster and W. Klassen, 2007. Comparative effectiveness of new insecticides in controlling armyworms (Lepidoptera: Noctuidae) and leafminers (Diptera: Agromyzidae) on tomato. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 120, 170-177.
- Seçkin, H., 1981. İstanbul, Bursa İleri çevresinde bezelye, mercimek ve burçak' ta zarar yapan önemli bruchidae (baklagil tohum böcekleri) türleri, tanımları, zararları ve ekonomik önemleri üzerinde araştırmalar. Tarım ve Orman Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi. No:15. 123s.
- Sparks T.C., G.D. Crouse, J.E. Dripps, P. Anzeveno, J. Martynow, C.V. DeAmicis and J. Gifford, 2008. Neural network-based QSAR and insecticide discovery:spineteram. *Journal of Computer-Aided Molecular Design* 22, 393-401.
- Srivastava, M., L. Bosco, J. Funderburk, S. Olson and A. Weiss, 2008. Spineteram is compatible with the key natural enemy of Franklينيella species thrips in pepper. *Online. Plant Health Progress*. doi:10.1094/PHP-2008-0118-02-RS.

- 
- SPSS, 2009. SPSS Version 18.0.0 SPSS Inc, 233 S. Wacker Drive, Chicago, Illinois.
- Turanlı, D., 2007. Denizli ve Uşak İllerinde Depolanmış Baklagillerde Bulunan Bruchidae Familyası Türleri ve Zararları Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 117 s.
- TUIK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/> (erişim tarihi, 05.01.2018)
- Vassilakos T.N. and C.G. Athanassiou, 2012. Effect of uneven distribution of spinetoram-treated wheat and rice on mortality and progeny production of *Rhyzopertha dominica* (F.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium confusum* Jacquelin du Val. Journal of Stored Products Research, 50:73-80.
- Vassilakos T.N., C.G. Athanassiou, O. Sağlam, A.S. Chloridis and J.E. Dripps, 2012. Insecticidal effect of spinetoram against six major stored grain insect species. Journal of Stored Products Research 51 69-73.
- Vassilakos T.N. and C.G. Athanassiou, 2013. Effect of temperature and relative humidity on the efficacy of spinetoram for the control of three stored product beetle species. Journal of Stored Products Research 55 73-77.
- Vassilakos T.N., C.G. Athanassiou and N.G. Tsiropoulos, 2015. Persistence and efficacy of spinetoram against three major stored grain beetle on wheat. Crop Protection 69 44-51.
- Williams, T., J. Valle and E. Vinuele, 2003. Is the naturally derived insecticide Spinosad® compatible with insect natural enemies. Biocontrol Science and Technology. 13: 459-475.
- Zeren, O. ve C. Yabaş, 1989. İhracata yönelik ürün elde etmek amacı ile Akdeniz Bölgesi yemeklik baklagillerinde (nohut, fasulye, mercimek) zararlı, fungal hastalık, virüs, nematod ve yabancı otlar üzerinde araştırmalar. Proje No: KKGGA-U1/02-E-030 Nihai Rapor. Zırai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Adana.
- Zettler, J.L., W.R. Halliday and F.H. Arthur, 1989. Phosphine resistance in insects infesting stored peanuts in the Southeastern United States. *Journal of Economic Entomology*. 82: 1508-1511.

## Manisa-Akhisar Yöresi Biber (*Capsicum annuum*) Plantasyonlarının Beslenme Durumları

### Nutritional Status of Pepper (*Capsicum annuum*) Fields in the Manisa-Akhisar District

Seda ERDOĞAN BAYRAM<sup>1</sup>, Ömer Lütfü ELMACI<sup>2</sup>, Nejat ÖZDEN<sup>3</sup>

#### Öz

Bu çalışma; Manisa-Akhisar yöresinde yoğun tarımı yapılan biber bahçelerinin beslenme durumlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bölgede ticari amaçlı yetiştiriciliği yapılan 3 farklı biber çeşidi plantasyonundan 0-30 cm derinlikten alınan toplam 30 adet toprak ve yaprak örneklerinde verimlilik ve besin elementleri analizleri yapılmıştır. Biber yetiştiriciliğinin yapıldığı plantasyonlara ait bahçeler, 2500-3000 m<sup>2</sup> büyüklüğünde olup damla sulama yöntemiyle sulanmaktadır. Elde edilen bulgulara göre; genelde toprakların organik madde, toplam azot, alınabilir fosfor, demir ve mangan içerikleri ile bitki yapraklarının toplam azot miktarları yetersiz bulunmuştur. Bu bağlamda yöre üreticilerinin; gübreleme programlarında organik gübreler yanında azot, fosfor, demir ve manganlı gübrelemeyi de dikkate almalarının gerekliliği saptanmıştır.


**Anahtar Kelimeler:** Biber (*Capsicum annuum*), besin elementleri, toprak verimliliği, yaprak

#### Abstract

This study was conducted out to determinethe nutritional status of pepper fields in the Manisa-Akhisar district, where intensive pepper agriculture is practiced. A total of 30 leaf samples and soil samples taken from 0-30 cm depth where three different varieties of pepper were being grown commercially, and an analysis was made of fertility and plant nutrients. The fields where the capsicum plantations were located are 2500-3000 m<sup>2</sup> in size and are watered with a dripirrigation system. According to the results, organic matter, total nitrogen, available phosphorus, iron and manganese content of the soil and total nitrogen of the leaves was found to be generally inadequate. In this way it was established that growers in the area should pay attention in their fertilization programmes both the organic and nitrogen, phosphorus, iron, and manganese fertilization.

**Keywords:** Pepper (*Capsicum annuum*), nutrients, soil fertility, leaf

<sup>1</sup>Seda Erdoğan Bayram, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ege Agrolab Birimi, İzmir.  OrcID: 0000-0001-2345-6789

<sup>2</sup>Ömer Lütfü Elmacı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir.  OrcID: 0000-0002-6514-6479

<sup>3</sup>Nejat Özden, Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, İzmir.  OrcID: 0000-0002-5508-8877

**Atıf/Citation:** Erdoğan Bayram, S., Elmacı, Ö. L., Özden, N. Manisa-Akhisar yöresi biber (*Capsicum annuum*) plantasyonlarının beslenme durumları. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 144-155.

### **Extendend Summary**

The increasing need for food in recent times brought by a rapidly increasing world population means that we must use our existing resources more effectively. However, yield-focused production and the excessive and uninformed use of fertilizers in intensive agriculture is progressively destroying the fertility of the soil, which is our most important natural resource. Achieving sustainability in agriculture is possible by protecting the soil by taking culture measures which increase its fertility. First among these measures is sufficient and correct fertilization in accordance with soil and plant analyses. Correct fertilization is possible through regular soil and leaf analyses by making up deficiencies in the soil and in that way supplying the plant with the nutrients which it needs. In this study, the nutrition status of capsicums, a crop which has great economic value for its fresh consumption and its use in industry, was examined by soil and leaf analyses. This exposed plant nutrition and fertilization problems arising from producers, and solutions have been suggested. The study was conducted in capsicum plantations in the Akhisar district of Manisa, which has great potential in the production of capsicums. Each of the macro and micro elements determined in soil and leaf samples taken from 30 plantations of the three capsicum varieties Kapyra, Jalapeno and Balik, which are widely grown in the region, was evaluated by comparison with adequacy levels. In this way, it was found that the soils of 30% of the plantations of the three varieties were high in lime and that the soils of all of the varieties examined were low in organic matter content (Zengin, 2012). It was found that all of the soils in the area, in addition to being poor in organic matter content, were insufficient in nitrogen content and adequate in available calcium and magnesium ( $160-480 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) (Zengin, 2012). Available phosphorus contents in the soils of the plantations of the Balik, Kapyra and Jalapeno varieties, 80%, 30% and 30% respectively, were found to be inadequate ( $<8 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) (Olsen and Sommers, 1982). Available potassium contents in the soils of the plantations of the Balik, Kapyra and Jalapeno varieties, 40%, 10% and 30% respectively, were found to be inadequate ( $<200 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) (Zengin, 2012). All of the soils of the area were found to be adequate in the micro element of available Cu and inadequate in available Mn content. Available Fe content of the soils was found to be inadequate in the soils of 20% of Balik plantations, 10% of Kapyra plantations and 30% of Jalapeno plantations. Available Zn content in the soils was found to be below adequate levels in all Balik plantations, in 50% of Kapyra plantations, and in 20% of Jalapeno plantations (Zengin, 2012). The leaves of the plantations of all three varieties examined in the study were found to be adequate in all the macro and micro elements investigated, except for % N contents. The relationships between various physical characteristics of the soils in the study and available nutrient elements and leaf nutrient elements were determined by correlation analysis. According to the results obtained, statistically significant positive correlations were found between soil reactions (pH) and lime content at a 5% significance level, and statistically significant negative correlations were found with available phosphorus contents at a 1% significance level. Statistically significant positive correlations were determined between the clay content of the soils and the content of available Ca, Mg and Cu at at 1% significance level.

According to the results obtained in the study, micro elements were found to be inadequate in the soils of the area, but at an adequate level in the leaves. This shows that growers, taking into consideration the high lime content of the soils, were applying fertilizer by way of the leaves. In the same way, it indicates that the use of organic fertilizer and sulphur dust on the soils of the area will reduce the negative features of the soil developing in connection with high lime and pH content, and improve organic material contents. Also, the application of nitrogen to the soils to counter low nitrogen content and attention to the application of micro elements by the leaves from the beginning of the growing period is of great importance in capsicum growing in the conditions of the area. This study will illuminate studies of fertilization conducted in various ecologies with various capsicum varieties and fertilization programmes to be performed by growers in the region.

Önemli bir doğal kaynağımız olan toprak, günümüzde entansif tarım anlayışından kaynaklı aşırı ve bilinçsiz gübre uygulamaları nedeni ile giderek verimlilik özelliklerini yitirmektedir. Bu nedenle toprak verimliliğini artırıcı kültürel önlemlerin alınması zorunludur. Bu önlemlerin başında; toprak ve bitki analizlerine göre yapılacak dengeli gübreleme gelmektedir. Bilinçsiz kimyasal gübrelemeler toprak ve su kaynaklarımızı kirleterek çevre sağlığını ve ürünlerde biriken istenmeyen formları ile de insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu nedenle gübreleme konusunda üreticilerin, bitki ve toprak analiz sonuçlarına dayalı olarak uygun zaman ve miktarda gübre kullanımlarının sağlanması önemlidir (Sevgican ve ark., 1995).

TÜİK 2017 yılı bitkisel üretim istatistiklerine göre ülkemiz toplam biber üretimi, 1.107.713 ton ile (TÜİK, 2018) ekonomide önemli bir yere sahiptir. Bu toplam üretim içerisinde, Akhisar İlçesi 174.188 ton biber üretimi ile bölgede önemli bir potansiyele sahiptir (Anonim, 2015). Taze ve pişirilmiş olarak tüketilmesinin yanı sıra turşu, salça, baharat ve biber suyu sanayilerinde yaygın bir kullanım gösteren bitkinin, Ocak–Kasım 2017 periyodunda 83.900 tonluk ihracat miktarı ve bu miktara karşı gelen 86.700.000 Dolarlık ülke ekonomisine sağladığı katkı ile ihracatı yapılan yaş sebze çeşitleri arasındayedinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2017a). Biber aynı zamanda A, C ve E vitaminleri ve folatların iyi bir kaynağıdır (Philips ve Ark., 2006; Wahyuni ve ark., 2011, Wahyuni ve ark., 2013). Bu bağlamda; yüksek verimin yanı sıra üretimde kalitenin de göz önünde bulundurulması zorunludur. Yüksek verim ve kalitede ürün eldesi, bitkinin doğru tekniklerle dengeli ve yeterli beslenmesi ve uygun iklim koşullarından geçmektedir. Toprak ve yaprak analizleri bitkinin beslenme durumunu belirlemede tüm dünyada geçerli olan standart bir yöntemdir.

Bu çalışmanın amacı, Manisa – Akhisar yöresinde yoğun biber tarımı yapılan bahçelerden alınan toprak ve yaprak örnekleri ile bitkilerin beslenme durumlarını ortaya koymaktır. Bu amaca yönelik olarak yöre topraklarının verimlilik durumları ile toprak ya da üretici kaynaklı bitki besleme-gübreleme sorunları belirlenmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur.

### Materyal ve Yöntem

Araştırma materyalini Ege Bölgesi'nde açıkta biber yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı Manisa İli Akhisar İlçesi'nde bölgeyi temsil edecek şekilde seçilen üç farklı biber çeşidine ait ve her bir çeşitten 10 adet lokasyon olacak şekilde toplam 30 adet bahçeden alınan toprak ve yaprak örnekleri oluşturmuştur. Çeşitlerin seçiminde yörenin ekolojik koşullarına uygunluğu, ekonomik değeri gibi kriterler dikkate alınmıştır. Bu bağlamda; Akhisar yöresine özgü *Balık*, salça sanayiine yönelik *Kapya* ve turşu sanayiine yönelik *Jalapeno* ticari isimleri ile anılan çeşitler seçilmiştir.

Genel olarak biber, hava sıcaklığına karşı son derece hassastır. Organik maddece zengin, tınlı/tınlı-kumlu, su tutma kapasitesi iyi, çabuk ısınabilir, derin, geçirgen, iyi drene edilmiş koyu renkli toprakları seven bitki, optimum 5.6-6.8 pH derecelerinde iyi gelişim gösterir ve toprak tuzluluğuna son derece duyarlıdır (Anonim, 2017b; Anonim 2017c).

Mayıs ayında dikim yapılmadan önce 0-30 cm derinlikten alınan toprak örnekleri, hava kurusu hale getirilip 2 mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Toprak reaksiyonu ve suda çözünabilir toplam tuz, su ile doyurulmuş toprak çamurunda pH metre ve EC metre ile (Jackson, 1967; Anonim, 1993), kireç Scheibler Kalsimetresi ile volümetrik (Kacar, 1995), organik madde titrimetrik (Schlichting ve Blume, 1966), bünnye ise hidrometrik (Bouyoucos, 1962) yöntemler ile belirlenmiştir. Toplam N; modifiye Kjeldahl (Bremner, 1965) yöntemi, alınabilir P ise NaHCO<sub>3</sub> ile ekstrakte edilen süzüklerde kolorimetrik (Olsen, 1954) yöntemle belirlenmiştir. Alınabilir K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup> 1 N NH<sub>4</sub>OAc ile Fe, Zn, Mn, Cu ise 0.05 M DTPA+TEA ile ekstraksiyon sonrası elde edilen süzüklerde ICP-OES cihazında ölçülerek belirlenmiştir (Kacar, 2009; Cheng ve ark., 2012).

Gelişme dönemi ortasında, ilk meyveler kendini göstermeye başladığı zaman, büyüme tepesine en yakın gelişimini yeni tamamlamış genç yapraklardan, rasgele seçilen her bitkiden 3 yaprak olmak üzere, bahçenin büyüklüğü göz önünde bulundurularak bitkilerden yaklaşık 60 – 75 adet yaprak örneği alınmıştır (Reuter ve Robinson, 1986; Zengin, 2012). Alınan yaprak örnekleri laboratuvar koşullarında; çeşme suyu ve saf su ile yıkandıktan sonra 65-70 °C'de etüvde kurutulup öğütülerek analize hazırlanmıştır. Yaprakların toplam N içerikleri, modifiye Kjeldahl yöntemine göre (Bremner, 1965) belirlenmiştir. Kuru yakma (500 °C'de kül haline getirilerek 3 N HCl ile çözündürülmüş) yöntemi ile elde edilen çözeltilerde; P kolorimetrik, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn miktarları ise ICP-OES cihazında ölçülerek belirlenmiştir (Kacar, 1984).

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi, IBM SPSS 25.0 paket programı kullanılarak Pearson Korelasyon Testi ile yapılmıştır.

**Bulgular ve Tartışma**

Araştırma kapsamında incelenen topraklara ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler, Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri****Table 1. Some physical and chemical properties of the research area soil samples**

| ÇEŞİT        | Örnek No     | pH (saturasy.) | EC (saturasy.) (µS/cm) | Kireç (%)  | Organik madde (%) | Kil (%)      | Silt (%)     | Kum (%)      | Bünye sınıfı     |
|--------------|--------------|----------------|------------------------|------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|------------------|
| BALIK        | 1            | 7.66           | 839                    | 2.3        | 1.7               | 18.80        | 34.72        | 46.40        | Tın              |
|              | 2            | 7.72           | 698                    | 0.4        | 1.3               | 18.80        | 24.72        | 56.40        | Kumlu-Tın        |
|              | 3            | 7.81           | 702                    | 1.6        | 1.6               | 22.88        | 30.72        | 46.40        | Tın              |
|              | 4            | 7.90           | 720                    | 2.7        | 1.5               | 28.88        | 32.72        | 38.40        | Killi-Tın        |
|              | 5            | 8.01           | 837                    | 2.7        | 1.1               | 36.88        | 32.72        | 30.40        | Killi-Tın        |
|              | 6            | 7.64           | 940                    | 0.8        | 1.1               | 22.88        | 16.72        | 60.40        | Kumlu Killi Tın  |
|              | 7            | 8.02           | 351                    | 2.7        | 1.2               | 24.88        | 28.72        | 46.40        | Tın              |
|              | 8            | 7.65           | 598                    | 1.4        | 1.2               | 16.80        | 24.80        | 58.40        | Kumlu-Tın        |
|              | 9            | 7.82           | 654                    | 2.6        | 1.4               | 30.12        | 21.36        | 48.52        | Killi-Tın        |
|              | 10           | 8.03           | 716                    | 2.9        | 1.5               | 32.88        | 30.72        | 36.40        | Siltli-Killi-Tın |
|              | <i>Min.</i>  | <i>7.64</i>    | <i>351</i>             | <i>0.4</i> | <i>1.1</i>        | <i>16.8</i>  | <i>16.72</i> | <i>30.4</i>  |                  |
|              | <i>Maks.</i> | <i>8.03</i>    | <i>94</i>              | <i>2.9</i> | <i>1.7</i>        | <i>36.88</i> | <i>34.72</i> | <i>60.4</i>  |                  |
|              | <i>Ort.</i>  | <i>7.83</i>    | <i>71</i>              | <i>2.0</i> | <i>1.4</i>        | <i>25.38</i> | <i>27.79</i> | <i>46.8</i>  |                  |
|              | KAPYA        | 11             | 7.90                   | 544        | 1.9               | 1.1          | 16.88        | 24.72        | 58.40            |
| 12           |              | 7.75           | 1067                   | 0.4        | 1.6               | 38.88        | 24.72        | 36.40        | Killi-Tın        |
| 13           |              | 7.68           | 958                    | 0.8        | 1.4               | 20.88        | 16.72        | 62.40        | Kumlu-Killi-Tın  |
| 14           |              | 7.70           | 1197                   | 0.8        | 1.3               | 38.88        | 24.72        | 36.40        | Killi-Tın        |
| 15           |              | 7.88           | 461                    | 1.5        | 1.1               | 10.88        | 24.72        | 64.40        | Kumlu-Tın        |
| 16           |              | 7.82           | 641                    | 1.5        | 1.2               | 12.88        | 30.00        | 57.12        | Kumlu-Tın        |
| 17           |              | 7.81           | 1031                   | 4.6        | 1.7               | 28.88        | 38.00        | 33.12        | Killi-Tın        |
| 18           |              | 7.78           | 1110                   | 1.2        | 1.4               | 10.88        | 24.60        | 64.52        | Kumlu-Tın        |
| 19           |              | 7.61           | 896                    | 1.1        | 1.2               | 12.24        | 31.28        | 56.48        | Kumlu-Tın        |
| 20           |              | 7.84           | 654                    | 1.9        | 1.4               | 36.88        | 24.40        | 38.72        | Killi-Tın        |
| <i>Min.</i>  |              | <i>7.61</i>    | <i>461</i>             | <i>0.4</i> | <i>1.1</i>        | <i>10.88</i> | <i>16.72</i> | <i>33.12</i> |                  |
| <i>Maks.</i> |              | <i>7.9</i>     | <i>1197</i>            | <i>4.6</i> | <i>1.7</i>        | <i>38.88</i> | <i>38.00</i> | <i>64.52</i> |                  |
| <i>Ort.</i>  |              | <i>7.78</i>    | <i>856</i>             | <i>1.6</i> | <i>1.3</i>        | <i>22.82</i> | <i>26.39</i> | <i>50.80</i> |                  |
| JALAPENO     |              | 21             | 7.80                   | 1413       | 0.8               | 1.4          | 38.88        | 24.00        | 37.12            |
|              | 22           | 7.84           | 303                    | 0.8        | 1.0               | 6.88         | 10.00        | 83.12        | Tınlı-Kum        |
|              | 23           | 7.88           | 388                    | 0.8        | 1.1               | 10.88        | 14.00        | 75.12        | Kumlu-Tın        |
|              | 24           | 7.70           | 567                    | 0.8        | 1.4               | 8.88         | 14.00        | 77.12        | Kumlu-Tın        |
|              | 25           | 7.83           | 514                    | 0.8        | 1.0               | 4.88         | 12.00        | 83.12        | Tınlı-Kum        |
|              | 26           | 7.50           | 1516                   | 1.9        | 1.5               | 12.88        | 24.00        | 63.12        | Kumlu-Tın        |
|              | 27           | 7.88           | 1016                   | 0.8        | 1.8               | 32.88        | 22.00        | 45.12        | Killi-Tın        |
|              | 28           | 7.66           | 774                    | 1.2        | 1.6               | 5.88         | 17.72        | 76.40        | Tınlı - Kum      |
|              | 29           | 7.89           | 1614                   | 0.9        | 1.5               | 12.12        | 21.00        | 66.88        | Kumlu-Tın        |
|              | 30           | 7.56           | 423                    | 0.7        | 1.2               | 5.84         | 11.60        | 82.56        | Tınlı-Kum        |
|              | <i>Min.</i>  | <i>7.50</i>    | <i>303</i>             | <i>0.7</i> | <i>1.0</i>        | <i>4.88</i>  | <i>10.00</i> | <i>37.12</i> |                  |
|              | <i>Maks.</i> | <i>7.89</i>    | <i>1614</i>            | <i>1.9</i> | <i>1.8</i>        | <i>38.88</i> | <i>24.00</i> | <i>83.12</i> |                  |
|              | <i>Ort.</i>  | <i>7.75</i>    | <i>853</i>             | <i>1.0</i> | <i>1.4</i>        | <i>14.00</i> | <i>17.03</i> | <i>68.97</i> |                  |

Toprak reaksiyonları (pH) yönüyle Balık ve Kapyra çeşidine ait topraklar; hafif/orta alkalın, Jalapeno çeşidine ait toprakların ise tümü hafif alkalın (Kellog, 1952) bulunmuştur. Günay (1992), biber için en uygun toprak pH değerinin 6,0 – 6,5 arasında olduğunu ancak bitkinin geniş pH sınırlarına tolerans gösterebildiğini bildirmiştir.

Biber, yüksek pH’ları tolere etme yeteneğine sahip olması nedeniyle bu tür topraklarda yetişebilmektedir (Şeniz, 1992). Topraklardaki yüksek kireç içeriği, biber bitkisinin gelişiminde sınırlayıcı bir faktör olmamasına rağmen yüksek kireç miktarlarının fosfor ve mikro besin elementlerinin bitkiler tarafından alınımına engel olmaktadır (Bayram ve Elmacı, 2014). Bu sebeple kireç içeriği fazla olan tarım topraklarında, dikimden 3 ay önce iyi yanmış ahır gübresi veya bu yoksa leonarditle birlikte elementel kükürt uygulanması, fizyolojik asit karakterli gübrelerin kullanımı ve damla sulama sistemlerinde asit kullanımı önerilmelidir.

Toprakların elektriksel iletkenlikleri 303-1.614 µS/cm arasında bulunmuş olup genel olarak herhangi bir tuzluluk tehlikesi söz konusu değildir (Zengin, 2012). Biber yetiştiriciliğinde avantaj sayılabilecek bu durumun,

bölgenin biber üretiminde öne çıkmasında bir etken olduğu düşünülmektedir. Tuzluluğa karşı hassas bir bitki olan biber bitkisinde (Sönmez ve Ark., 1999), toprak saturasyon ekstraktının EC'si 1.000-2.200µS/cm olduğunda %10 ve 3.300µS/cm olduğunda ise %100 düzeyinde ürün azaldığı bildirilmektedir (Ayers ve Westcot,1985).

Balık ve Kapyra çeşitlerinin yer aldığı toprakların %70'inden fazlası orta, Jalapeno çeşidine ait toprakların ise %80'i az kireçli sınıfta bulunmuştur. Yüzde 30'u yüksek kireç içerikli Balık ve Kapyra çeşidinin bulunduğu toprakların, pH değerleri de yüksek çıkmıştır.

Araştırma kapsamında incelenen toprakların tamamı organik maddece fakirdir (Zengin, 2012). Biber, organik maddece zengin topraklar üzerinde en iyi gelişimi göstererek en yüksek verim değerine ulaşmaktadır (Elmacı, 1989). Bu nedenle; yöre topraklarında gerek hayvansal gerekse bitkisel kökenli organik kökenli gübrelerin kullanımı sağlanmalı, gerekirse yeşil gübreleme yapılmalıdır.

İncelenen toprakların %50'den fazlası tın/kumlu-tın bünyelidir. Biber yetiştiriciliği açısından söz konusu bu bünyeler herhangi bir sorun teşkil etmemektedir (Anonim, 2017b; 2017c). Günay (1992) ve Şeniz (1992); biber yetiştiriciliğinde en yüksek verimin Tınlı – Kum ve Tın bünyeli topraklarda elde edildiğini bildirmişlerdir. Şeniz (1992), erken ürün odaklı biber yetiştiriciliğinde kumlu topraklar, yüksek verim odaklı yetiştiricilikte Kumlu – Killi toprakların tercih edildiğini vurgulamıştır. Elmacı (1989), biberin Tınlı – Kum topraklarda daha iyi gelişim gösterirken ağır killi topraklar ve tamamen Kum bünyeli toprakların yetiştiriciliği sınırladığını bildirmiştir.

Araştırma alanı topraklarının besin elementi içerikleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Biber yetiştirilen alanlara ait toprakların toplam azot içerikleri sırasıyla; %0.02-1.10 arasında değişmiştir. Balık ve Kapyra çeşitlerinin bulunduğu toprakların toplam azot içerikleri birbirine çok yakın olup, %50'si çok fakir (<% 0.07), %40'ı fakir (%0.07-0.09), %10'u toplam azotça orta (%0.09-0.11) durumdadır. Jalapeno çeşidine ait toprakların %40'ı çok fakir (< %0.07), %30'u fakir (%0.07-0.09), %30'u orta (Zengin, 2012)düzeydedir (Çizelge 2).

Toprakların alınabilir fosfor içerikleri 3.9-27 mg kg<sup>-1</sup> aralıklarında bulunmuştur (Çizelge 2). Olsen ve Sommers (1982)'e göre Balık çeşidinin bulunduğu toprakların %80'inin, Kapyra ve Jalapeno çeşidine ait toprakların ise %30'unun yetersiz (<8 mg kg<sup>-1</sup>) olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2'ye göre, alınabilir potasyum miktarları;138-822 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir. Buna göre Balık çeşidine ait toprakların %40'ı, Kapyra çeşidine ait toprakların %10'u Jalapeno topraklarının ise %30'unun alınabilir potasyum miktarları yetersizdir (<200 mg kg<sup>-1</sup>) (Zengin, 2012).

**Çizelge 2. Araştırma Alanı Topraklarının Bazı Alınabilir Besin Elementi İçerikleri**

**Table 2. Macro and micro nutrient contents of the research area soil samples**

| ÇEŞİT | Örnek No | mg kg <sup>-1</sup> |      |     |      |      |     |     |     |     |
|-------|----------|---------------------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|
|       |          | (%)<br>N            | P    | K   | Ca   | Mg   | Fe  | Cu  | Zn  | Mn  |
| BALIK | 1        | 0.10                | 6.7  | 187 | 4908 | 317  | 3.3 | 1.0 | 0.1 | 6.5 |
|       | 2        | 0.04                | 13.0 | 154 | 3202 | 398  | 3.2 | 1.2 | 0.2 | 8.9 |
|       | 3        | 0.08                | 5.9  | 276 | 4366 | 321  | 3.0 | 1.3 | 0.1 | 6.2 |
|       | 4        | 0.07                | 6.8  | 256 | 5406 | 528  | 3.6 | 1.7 | 0.1 | 5.5 |
|       | 5        | 0.03                | 6.3  | 391 | 6435 | 928  | 3.9 | 2.0 | 0.2 | 4.4 |
|       | 6        | 0.03                | 11.7 | 285 | 5043 | 496  | 4.0 | 0.4 | 0.4 | 3.2 |
|       | 7        | 0.04                | 6.4  | 186 | 4109 | 355  | 1.6 | 1.3 | 0.1 | 4.5 |
|       | 8        | 0.04                | 6.1  | 227 | 5104 | 312  | 2.3 | 1.1 | 0.1 | 5.4 |
|       | 9        | 0.07                | 4.3  | 312 | 2232 | 362  | 2.6 | 1.2 | 0.1 | 6.1 |
|       | 10       | 0.08                | 3.9  | 169 | 2014 | 329  | 3.9 | 1.6 | 0.1 | 4.2 |
|       | Min.     | 0.03                | 3.9  | 154 | 2014 | 312  | 1.6 | 0.4 | 0.1 | 3.2 |
|       | Maks.    | 0.10                | 13   | 391 | 6435 | 928  | 4.0 | 2.0 | 0.4 | 8.9 |
|       | Ort.     | 0.06                | 7.1  | 244 | 4282 | 435  | 3.1 | 1.3 | 0.1 | 5.5 |
| KAPYA | 11       | 0.04                | 10.2 | 169 | 4239 | 393  | 2.7 | 0.9 | 0.0 | 4.4 |
|       | 12       | 0.08                | 14.4 | 572 | 7237 | 747  | 6.7 | 1.2 | 0.6 | 4.6 |
|       | 13       | 0.07                | 11.6 | 343 | 5670 | 534  | 1.6 | 0.4 | 0.4 | 4.9 |
|       | 14       | 0.05                | 10.8 | 391 | 6251 | 1068 | 4.1 | 2.8 | 0.4 | 6.3 |
|       | 15       | 0.04                | 4.7  | 294 | 2592 | 283  | 3.2 | 0.7 | 0.8 | 5.1 |
|       | 16       | 0.05                | 10.2 | 350 | 3105 | 352  | 3.3 | 0.7 | 0.7 | 4.3 |
|       | 17       | 1.10                | 3.9  | 822 | 1327 | 837  | 2.6 | 2.1 | 1.1 | 6.1 |
|       | 18       | 0.07                | 7.1  | 513 | 5042 | 221  | 3.2 | 1.2 | 0.6 | 4.2 |
|       | 19       | 0.05                | 11.0 | 355 | 5217 | 285  | 4.0 | 0.8 | 0.3 | 6.4 |
|       | 20       | 0.07                | 9.1  | 387 | 4238 | 386  | 3.0 | 1.0 | 0.8 | 5.1 |
|       | Min.     | 0.04                | 3.9  | 169 | 1327 | 221  | 1.6 | 0.4 | 0.0 | 4.2 |
|       | Maks.    | 1.10                | 14.4 | 822 | 7237 | 1068 | 6.7 | 2.8 | 1.1 | 6.4 |
|       | Ort.     | 0.16                | 9.3  | 419 | 4492 | 511  | 3.4 | 1.2 | 0.6 | 5.1 |



| (Çizelge 2 devamı) |              |      |      |     |      |      |     |     |     |     |
|--------------------|--------------|------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|
| JALAPENO           | 21           | 0.06 | 3.9  | 570 | 5124 | 1442 | 5.8 | 3.1 | 0.0 | 4.7 |
|                    | 22           | 0.02 | 9.9  | 210 | 2638 | 318  | 4.6 | 1.0 | 1.2 | 5.5 |
|                    | 23           | 0.02 | 10.5 | 258 | 2228 | 358  | 2.4 | 1.4 | 2.1 | 4.8 |
|                    | 24           | 0.07 | 12.8 | 311 | 2151 | 312  | 3.0 | 1.1 | 1.4 | 6.0 |
|                    | 25           | 0.03 | 10.4 | 138 | 2070 | 258  | 3.2 | 1.0 | 0.8 | 5.2 |
|                    | 26           | 0.09 | 27.0 | 371 | 3440 | 478  | 2.3 | 1.1 | 2.1 | 7.0 |
|                    | 27           | 0.14 | 6.6  | 401 | 5413 | 764  | 5.0 | 2.0 | 0.2 | 5.6 |
|                    | 28           | 0.11 | 7.2  | 264 | 3013 | 483  | 2.1 | 1.5 | 1.9 | 4.8 |
|                    | 29           | 0.10 | 11.4 | 175 | 2573 | 307  | 3.3 | 0.9 | 0.9 | 5.1 |
|                    | 30           | 0.08 | 12.0 | 326 | 2954 | 418  | 3.2 | 1.0 | 0.9 | 4.9 |
|                    | <i>Min.</i>  | 0.02 | 3.9  | 138 | 2070 | 258  | 2.1 | 0.9 | 0.0 | 4.7 |
|                    | <i>Maks.</i> | 0.14 | 27.0 | 570 | 5413 | 1442 | 5.8 | 3.1 | 2.1 | 7.0 |
|                    | <i>Ort.</i>  | 0.07 | 11.2 | 302 | 3161 | 514  | 3.5 | 1.4 | 1.2 | 5.4 |

Alınabilir kalsiyum içerikleri; 1.327-7.237 mg kg<sup>-1</sup> arasında saptanmıştır (Çizelge 2). Bu miktarlara göre yöre topraklarının tamamının alınabilir kalsiyum içerikleri yeterli/fazla ( $\geq 1.150$  mg kg<sup>-1</sup>) düzeydedir (Loue, 1968).

Toprakların magnezyum içerikleri 221-1.442 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur (Çizelge 2).

Tüm çeşitlere ait topraklar, yeterli (160-480 mg kg<sup>-1</sup>) ve fazla (>480 mg kg<sup>-1</sup>) düzeyde magnezyum içermektedir (Zengin, 2012).

Toprak örneklerinin alınabilir demir içerikleri 1.58-6.71 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmiştir (Çizelge 2). Zengin (2012)'e göre, Balık plantasyonlarına ait toprakların %20'si yetersiz (<2.5 mg kg<sup>-1</sup>), %80'i orta (2.5-4.5 mg kg<sup>-1</sup>); Kapyra plantasyonlarına ait toprakların %10'u yetersiz, %80'i orta, %10'u fazla (> 4.5 mg kg<sup>-1</sup>); Jalapeno plantasyonlarına ait toprakların ise %30'u yetersiz, %40'ı orta ve %30'u fazla düzeyde alınabilir demir içermektedir.

Alınabilir bakır içerikleri; 0.37-3.05 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir ve tamamı yeterli (>0.2 mg kg<sup>-1</sup>; Zengin, 2012) düzeydedir (Çizelge 2).

Toprakların alınabilir çinko miktarları; iz-3.05 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur (Çizelge 2). Buna göre Balık çeşidinin bulunduğu toprakların tamamı, Kapyra çeşidi topraklarının %50'si, Jalapeno çeşidine ait toprakların ise %20'si alınabilir çinko yönünden yetersiz (< 0.7 mg kg<sup>-1</sup>; Zengin, 2012) durumdadır.

Alınabilir mangan içerikleri 3.2-8.91 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiş (Çizelge 2) ve toprakların tamamının alınabilir mangan miktarları yetersiz (4-14 mg kg<sup>-1</sup>; Zengin, 2012) bulunmuştur.

İncelenen biber çeşitlerinin yaprak örneklerinde toplam makro ve mikro besin elementi içerikleri Çizelge 3'te verilmiştir. Buna göre; Balık, Kapyra ve Jalapeno çeşitlerine ait yaprakların azot içerikleri sırasıyla; %0.28-0.98; %0.70-1.32 ve %1.01-1.68 aralıklarında değişmiştir. Biber yapraklarında yeterli toplam azot miktarları farklı araştırmacılara göre; Jones (1991) % 3.5-5.0; Kaufmann ve Vorwerk (1971), % 3.63; Somos ve ark. (1984) ile Mécs (1974), %2-3; Aybak (2006) %3-5.5; Veloso ve Muraoka (1993) %1.89; Miller ve McCollum (1979) ise %1.5 olarak bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Biber yapraklarının toplam makro ve mikro besin element içerikleri

Table 3. Total macro and micro nutrient contents of the pepper leaves

| Çeşit | Örnek No     | %    |      |       |      |      | mg kg <sup>-1</sup> |    |    |     |
|-------|--------------|------|------|-------|------|------|---------------------|----|----|-----|
|       |              | N    | P    | K     | Ca   | Mg   | Fe                  | Cu | Zn | Mn  |
| BALIK | 1            | 0.98 | 0.24 | 7.66  | 4.31 | 0.90 | 81                  | 32 | 39 | 95  |
|       | 2            | 0.9  | 0.39 | 6.88  | 3.96 | 1.05 | 88                  | 44 | 50 | 78  |
|       | 3            | 0.28 | 0.37 | 10.11 | 3.64 | 0.82 | 117                 | 33 | 38 | 92  |
|       | 4            | 0.87 | 0.32 | 7.05  | 3.31 | 0.81 | 72                  | 34 | 75 | 92  |
|       | 5            | 0.28 | 0.25 | 8.61  | 3.55 | 1.05 | 73                  | 40 | 42 | 108 |
|       | 6            | 0.95 | 0.38 | 7.75  | 3.24 | 0.84 | 65                  | 29 | 19 | 224 |
|       | 7            | 0.97 | 0.28 | 7.65  | 3.24 | 0.86 | 96                  | 34 | 44 | 66  |
|       | 8            | 0.89 | 0.26 | 7.65  | 3.52 | 0.81 | 99                  | 31 | 44 | 66  |
|       | 9            | 0.95 | 0.31 | 7.13  | 3.35 | 0.85 | 69                  | 34 | 78 | 89  |
|       | 10           | 0.88 | 0.30 | 6.88  | 3.25 | 0.91 | 65                  | 27 | 80 | 114 |
|       | <i>Min.</i>  | 0.28 | 0.24 | 6.88  | 3.24 | 0.81 | 65                  | 27 | 19 | 66  |
|       | <i>Maks.</i> | 0.98 | 0.39 | 10.11 | 4.31 | 1.05 | 117                 | 44 | 80 | 224 |
|       | <i>Ort.</i>  | 0.80 | 0.31 | 7.74  | 3.54 | 0.89 | 82                  | 34 | 51 | 103 |

| (Çizelge 3 devam) |      |      |       |       |      |      |     |     |     |     |
|-------------------|------|------|-------|-------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| KAPYA             | 1    | 0.70 | 0.28  | 9.39  | 3.18 | 1.02 | 91  | 33  | 35  | 64  |
|                   | 2    | 1.23 | 0.31  | 9.41  | 3.65 | 0.83 | 104 | 39  | 39  | 122 |
|                   | 3    | 1.32 | 0.39  | 8.35  | 3.13 | 0.76 | 95  | 37  | 27  | 183 |
|                   | 4    | 1.12 | 0.26  | 9.21  | 3.36 | 0.86 | 78  | 102 | 29  | 72  |
|                   | 5    | 1.23 | 0.30  | 10.24 | 2.83 | 0.84 | 92  | 38  | 38  | 40  |
|                   | 6    | 1.26 | 0.33  | 9.55  | 2.93 | 0.96 | 88  | 41  | 40  | 43  |
|                   | 7    | 1.27 | 0.35  | 9.72  | 2.70 | 0.86 | 87  | 56  | 58  | 53  |
|                   | 8    | 1.25 | 0.27  | 1.00  | 3.01 | 0.84 | 84  | 37  | 28  | 61  |
|                   | 9    | 1.26 | 0.32  | 9.43  | 3.32 | 0.89 | 91  | 41  | 35  | 75  |
|                   | 10   | 1.31 | 0.25  | 8.42  | 3.26 | 0.78 | 88  | 35  | 32  | 55  |
|                   | Min. | 0.70 | 0.25  | 1.00  | 2.70 | 0.76 | 78  | 33  | 27  | 40  |
| Maks.             | 1.32 | 0.39 | 10.24 | 3.65  | 1.02 | 104  | 102 | 58  | 183 |     |
| Ort               | 1.20 | 0.31 | 8.47  | 3.14  | 0.86 | 90   | 46  | 36  | 77  |     |
| JALAPENO          | 1    | 1.26 | 0.32  | 8.11  | 3.59 | 1.21 | 68  | 76  | 36  | 133 |
|                   | 2    | 1.01 | 0.31  | 8.91  | 3.50 | 1.80 | 82  | 32  | 44  | 63  |
|                   | 3    | 1.12 | 0.27  | 8.56  | 5.23 | 2.31 | 108 | 43  | 58  | 118 |
|                   | 4    | 1.68 | 0.31  | 6.78  | 2.52 | 1.23 | 85  | 22  | 38  | 54  |
|                   | 5    | 1.04 | 0.25  | 6.49  | 4.12 | 1.57 | 74  | 21  | 31  | 55  |
|                   | 6    | 1.01 | 0.25  | 7.52  | 4.80 | 1.80 | 81  | 80  | 33  | 69  |
|                   | 7    | 1.14 | 0.52  | 11.74 | 3.65 | 1.27 | 95  | 87  | 22  | 116 |
|                   | 8    | 1.36 | 0.26  | 11.35 | 3.65 | 1.25 | 113 | 31  | 31  | 79  |
|                   | 9    | 1.24 | 0.23  | 6.52  | 4.26 | 1.55 | 76  | 38  | 34  | 53  |
|                   | 10   | 1.16 | 0.31  | 7.96  | 3.72 | 1.20 | 63  | 82  | 36  | 49  |
|                   | Min. | 1.01 | 0.23  | 6.49  | 2.52 | 1.20 | 63  | 21  | 22  | 49  |
| Maks.             | 1.68 | 0.52 | 11.74 | 5.23  | 2.31 | 113  | 87  | 58  | 133 |     |
| Ort               | 1.20 | 0.30 | 8.40  | 3.90  | 1.52 | 85   | 51  | 36  | 79  |     |

Araştırma sonuçlarımız, bu araştırmacılar tarafından bildirilen düzeylerin altında bulunmuştur. Toprakların toplam azot içeriklerinin yetersiz ve orta düzeyde olması ve organik madde fakirliği bitkilerin yetersiz azot beslenmesine neden olmuştur.

Biber yapraklarının fosfor içerikleri, çeşitlere göre; Balık çeşidinde %0.24-0.39; Kalya çeşidinde %0.25-0.39 ve Jalapeno çeşidinde ise %0.23-0.52 olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Araştırma kapsamında incelenen tüm plantasyonlara ait yaprakların fosfor konsantrasyonları, Jones ve ark., (1991) tarafından bildirilen değerlere (%0.22-0.70) göre yeterli düzeyde bulunmuştur. Somos (1984) ile Miller ve McCollum (1979), biber bitkisinde yaprak fosfor içeriğinin yaklaşık %0.3; Kaufmann ve Vorwerk (1971) ise %0.25 civarında olduğunu belirtmişlerdir.

Yaprakların potasyum içerikleri; %6.88-10.11 (Balık); %1.00-10.24 (Kalya) ve %6.49-11.74 (Jalapeno) arasında belirlenmiştir (Çizelge 3). Biber yapraklarında belirlenen potasyum miktarları; (Kalya çeşidi 8 no'lu bahçe hariç), Jones (1991)'e göre %4.5 fazla, Miller ve McCollum (1979)'a göre %3.34 yeterli düzey olarak bildirilmiştir. Belirtilen bu değerlere göre incelenen biber plantasyonlarına ait yaprakların potasyum içerikleri; Kalya çeşidine ait 8 no'lu bahçe dışında fazla düzeydedir. Deliboran ve ark. (2014) tarafından Şanlıurfa-Kararalı yöresinde biber bitkisinin beslenme durumlarının araştırıldığı bir çalışmada; yapraklarda, %3.30-3.90 arasında potasyum belirlenmiştir.

Balık, Kalya ve Jalapeno biber çeşitlerine ait yaprakların kalsiyum içerikleri sırasıyla; %3.24-4.31; %2.70-3.65 ve %2.52-5.23 aralıklarında bulunmuştur (Çizelge 3). İncelenen her üç çeşide ait biber plantasyonlarının yaprakları yeterli (%1.30-2.80) ve fazla (>% 2.80) düzeyde (Jones, 1991) kalsiyum içermektedir. Deliboran ve ark. (2014) yaptıkları bir çalışmada; biber yapraklarında %2.70-3.20 arasında kalsiyum belirlenmiştir.

Yaprakların magnezyum içerikleri; Balık çeşidinde %0.81-1.05; Kalyada %0.76-1.02; Jalapeno çeşidinde ise %1.20-2.31 arasında saptanmıştır. Elde edilen bu veriler, Zengin (2012) tarafından bildirilen yeterli (%0.30-1.00) ve fazla (>%1) düzey miktarlarına göre; her üç çeşide ait biber yapraklarında yeterli ve zengin düzeyde magnezyum belirlenmiştir (Çizelge 3). Deliboran ve ark. (2014), biber yapraklarında Mg içeriğini, %0.87-0.96 arasında saptamışlardır. Sağlıklı biber yapraklarında %0.65-0.72 (Winsor ve Adams, 1987), Miller ve McCollum (1979) ise biber bitkisinin gelişimini tamamlamış vejetatif dokularında yeterli magnezyum düzeyini, %0.6 olarak bildirmişlerdir.

Yaprakların demir içerikleri; Balık çeşidinde; 65-117 mg kg<sup>-1</sup>; Kalya çeşidinde; 78-104 mg kg<sup>-1</sup> ve Jalapeno

de ise 63-113 mg kg<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir. Jones (1991)'a göre plantasyonların tamamında bitki yapraklarının demir içerikleri yeterli sınırlar (60-300 mg kg<sup>-1</sup>) arasındadır. Şanlıurfa koşullarında yapılan benzer bir çalışmada, biber yapraklarında demir miktarları 45.12-49.42 mg kg<sup>-1</sup> arasında olduğu bildirilmiştir (Deliboran ve ark., 2014).

Balık, Kapyra ve Jalapeno çeşitlerinin yaprak bakır miktarları; 27-44; 33-102 ve 21-87 mg kg<sup>-1</sup> aralıklarında değişmiştir (Çizelge 3). Jones (1991)'a göre, plantasyonların tamamının yaprak bakır içerikleri yeterli düzeyde (6-25 mg kg<sup>-1</sup>) bulunmuştur. Deliboran ve ark. (2014)'nın Şanlıurfa'da yaptıkları benzer bir çalışmada, biber yapraklarında; 29-33 mg Cu kg<sup>-1</sup> belirlemiştir.

Biber yapraklarının çinko miktarları Balık, Kapyra ve Jalapeno çeşit sıralamasında; 19-80; 27-58 ve 22-58 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur. Buna göre; incelenen çeşitlere ait plantasyonların (6 no'lu Balık çeşidi plantasyonu hariç) genelinin yaprak çinko içerikleri yeterli (20-200 mg kg<sup>-1</sup>; Zengin, 2012) düzeydedir.

Mangan içerikleri; 66-224 mg kg<sup>-1</sup> (Balık); 40-183 mg kg<sup>-1</sup> (Kapyra) ve 49-133 mg kg<sup>-1</sup> (Jalapeno) aralıklarında değişim gösteren yaprakların geneli (5 ve 6 no'lu Kapyra plantasyonları ile 10 no'lu Jalapeno plantasyonu dışında) Jones (1991)'e göre manganca yeterli (50-250 mg kg<sup>-1</sup>) durumdadır. Alınabilir mangan miktarları yetersiz bulunan plantasyon topraklarında yetiştirilen biber yapraklarının genelinde mangan içeriklerinin yeterli bulunması yüksek kireç içerikleri nedeniyle üreticilerin topraktan/yapraktan manganlı gübreleme yapmış olabilmeleriyle açıklanabilir.

Toprakların bazı fiziksel özellikleri ve alınabilir besin elementleri ile yaprak besin elementleri arasındaki ilişkilere ait korelasyon analiz sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre; toprakların reaksiyonu (pH) ile kireç içerikleri arasında %5 önem seviyesinde pozitif; alınabilir fosfor içerikleri arasında ise %1 düzeyinde önemli negatif ilişkiler belirlenmiştir. Toprakların kil içerikleri ile alınabilir K, Ca, Mg, Fe ve Cu içerikleri arasında istatistiksel anlamda önemli pozitif ilişkiler bulunmuştur.

Çizelge 4. Toprakların bazı fiziksel özellikleri ve alınabilir besin elementleri ile yaprak besin elementleri arasındaki ilişkiler  
Table 4. Relationships of some soil physical properties and available nutrients with leaves nutrients

|          | Toprak |         |          |         |          |         |     |          |   |        |    |    | Yaprak  |    |    |         |         |   |          |   |
|----------|--------|---------|----------|---------|----------|---------|-----|----------|---|--------|----|----|---------|----|----|---------|---------|---|----------|---|
|          | EC     | pH      | Kireç    | OM      | Kum      | Kil     | Mil | Toplam N | P | K      | Ca | Mg | Fe      | Cu | Zn | M       | C       | Z |          |   |
| EC       | 1      |         |          |         |          |         |     |          |   |        |    |    |         |    |    |         |         |   |          |   |
| pH       |        | 1       |          |         |          |         |     |          |   |        |    |    |         |    |    |         |         |   |          |   |
| Kireç    |        | 0.393*  | 1        |         |          |         |     |          |   |        |    |    |         |    |    |         |         |   |          |   |
| OM       |        |         |          | 1       |          |         |     |          |   |        |    |    |         |    |    |         |         |   |          |   |
| Kum      |        |         |          |         | 1        |         |     |          |   |        |    |    |         |    |    |         |         |   |          |   |
| Kil      |        |         |          | 0.364*  | -0.920** | 1       |     |          |   |        |    |    |         |    |    |         |         |   |          |   |
| Mil      |        |         |          |         | -0.794** |         | 1   |          |   |        |    |    |         |    |    |         |         |   |          |   |
| Toplam N |        |         |          | 0.425*  |          |         |     | 1        |   |        |    |    |         |    |    |         |         |   |          |   |
| P        |        |         | -0.571** | -0.399* |          |         |     |          | 1 |        |    |    |         |    |    |         |         |   |          |   |
| K        |        |         |          |         |          |         |     |          |   | 1      |    |    |         |    |    |         |         |   |          |   |
| Ca       |        |         |          |         | -0.484** | 0.521** |     |          |   |        | 1  |    |         |    |    |         |         |   |          |   |
| Mg       |        | 0.497** |          |         | -0.562** | 0.682** |     |          |   | 0.441* |    | 1  |         |    |    |         |         |   |          |   |
| Fe       |        |         |          |         |          |         |     |          |   |        |    |    | 0.565** | 1  |    |         |         |   |          |   |
| Cu       |        |         |          |         |          |         |     |          |   |        |    |    |         |    | 1  |         |         |   |          |   |
| Zn       |        |         |          |         |          |         |     |          |   |        |    |    |         |    |    | 0.508** | 0.487** | 1 |          |   |
| Mg       |        |         |          |         |          |         |     |          |   |        |    |    |         |    |    |         |         |   | 0.708*   |   |
| Cu       |        |         |          |         |          |         |     |          |   |        |    |    |         |    |    |         |         |   |          | 1 |
| Zn       |        |         |          |         |          |         |     |          |   |        |    |    |         |    |    |         |         |   | -0.372** | 1 |
|          |        |         |          |         |          |         |     |          |   |        |    |    |         |    |    |         |         |   |          |   |

\* p ≤ 0.05; \*\* p ≤ 0.01

## Sonuç ve Öneriler

İncelenen yöre toprakları hafif/orta alkalın reaksiyonlu,tuzluluk riski olmayan, organik maddece fakir ve tın/kumlu-tın bünyelidir. Kireç içerikleri yönünden topraklar genelde; orta kireçli, %30'u da yüksek kireç içeriklidir. Toprakların bitki besin elementlerinden toplam azot içerikleri tamamında,alınabilir fosfor %47, alınabilir potasyum ise %27'sinde yetersizdir. Alınabilir kalsiyum ve magnezyum içerikleri yeterli bulunmuştur. Biber plantasyonlarına ait toprakların %87'sinde alınabilir demir, %17'sinde alınabilir çinko ve tamamında ise alınabilir mangan miktarları yeterli düzeylerin altında bulunmuştur.Diğer taraftan toprakların tamamında alınabilir bakır içerikleri yeterli düzeydedir.

Biber yapraklarında; incelenen bitki besin elementlerinden toplam N dışındaki diğer elementler yeterli düzeyde saptanmıştır. Bitki yapraklarının demir, çinko ve mangan içeriklerinin topraklara göre yeterli olması, üreticilerin toprakların yüksek kireç içeriklerini dikkate alarak topraktan/yapraktan yapmış oldukları gübreleme uygulamalarının etkisi olarak açıklanabilir. Sonuçlara göre biber bahçelerinde yüksek pH ve kirecin kötü etkisi organik gübre ve toz kükürt kullanımı ile azaltılmalı, böylece organik madde de artırılmalı ve topraktan azotlu gübrelemeye, yapraktan ise gelişim dönemi başlangıcından itibaren mikro elementli gübrelemelere özen gösterilmelidir. Öte yandan münavebeye de dikkat edilmelidir.

## Kaynaklar/References

- Anonim, 1993. Soil Survey Manual, Soil Survey Division Staff. United States Department of Agriculture, Handbook No:18, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C, USA. pages 410.
- Anonim, 2015. T.C Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, Tarımsal Yatırımcı Danışma Ofisi, Manisa İli Tarımsal Yatırım Rehberi.
- Anonim, 2017a. 2016/2017 Ocak-Kasım Dönemi Akdeniz İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Yaş Meyve ve Sebze Sektörü Türkiye Geneli Değerlendirme Raporu. www.akib.gov.tr
- Anonim, 2017b. www.adana.tarim.gov.tr Açıkta Biber Yetiştiriciliği (Erişim tarihi: 08.12.2017).
- Anonim, 2017c. İstanbul Ticaret Odası Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Şubesi Türkiye’de Üretilen Tarım Ürünleri ve Ekonomideki Yeri. <http://www.ito.org.tr> S: 76 (Erişim Tarihi: 11.12.2017).
- Aybak H. Ç., 2006, Biber, Hasad Yayıncılık, S.157.
- Ayers, R.S., Westcot, D.W. , 1985. Water Quality for Agriculture. Irr. And Drain paper, FAO, United Nation, 29, Rev.1. Rome, s: 17.
- Bayram, S., Elmacı, Ö.L., 2014. Ege Bölgesi Tire İlçesi Mısırsal Plantasyonlarının Beslenme Durumlarının İncelenmesi. SDU Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(2): 26-32.
- Bouyoucos, G.J., 1955. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soils. Agronomy Journal, 4(9):434.
- Bremner, J. M., & Mulvaney, C. S. (1982). Nitrogen—Total 1. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methodsofsoilan2), 595-624.
- Cheng, Q., Yaobin Y., Xuelion, W. 2012. Analysis of trace elements in hulls by ICPOES. Journal of Agricultural Science and Tech. (Beijing), 14(3):94-100.
- Deliboran, A., Sakin, E., Güle Sakin, E.D., Coşkun, M., 2013. Evaluation of the some productivity characteristic of greenhouse soils at strict Karaali-Şanlıurfa. Soil-Water Journal, 2(2): 1077-1084.
- Elmacı, Ö.L., 1989. Antalya Yöresinde (Kale) Sebze Yetiştirilen Seralardaki Toprakların ve Bitkilerin Besin Maddesi Durumunun Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü.Z.F, İzmir, Basılmamış.
- Günay, A., 1992. Özel Sebze Yetiştiriciliği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara.
- Jackson, M.L., 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall of India Private Limited. New delhi.
- Jones Jr, Wolf J B, Mills HA, 1991. Plant Analysis Handbook. Micro Macro Publishing, Inc., Athens, GA.
- Kacar B (1984). Plant nutrition. Ankara Univ. Agricultural Fac. Pub.: 899 Practice Guide: 250.
- Kacar, B. (1995). Toprak Analizleri. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, Ankara, Turkey, Yayın No: 3.
- Kacar, B., 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayınları, Fen Bilimleri: 90, Yayın No: 2, Ankara.
- Kaufmann, H.G, and R. Vormerk, 1971. “Nutrient requirements of pepper (*Capsicum annuum* L.) and eggplant (*Solanum melongena* L.) grown in greenhouses and plastic tunnels.” Arch. Gartenbau 19.1: 7-27.
- Kellog, C. E. 1952. Our Garden Soils. The Macmillan Company. New York. p.232.
- Loue, A. 1968. Diagnostic Petiolare de Prospection. Etudes sur la Nutrition et la Fertilisation Potassiques de la Vigne. Société Commerciale des Potasses d’Alsace Services Agronomiques. p. 31-41.
- Mécs, J. (1974): A fűszerpaprika tápanyagforgalma. (Nutrient uptake in spice paprika.) Zöldségterm. Kut. Int. Bull., 9, 137.
- Miller, C.H. and McCollum, R.E., 1979. Relationship Between Growth of Bell Peppers and Nutrient Accumulation During Ontogeny in Field Environments. Journal of the American Society for Horticultural Science, 104 (6), 852-857.
- Olsen, S.R. and Sommers, E.L., 1982. Phosphorus. Availability Indices. Phosphorus Soluble in Sodium Bicarbonate. Methods of Soil Analysis. Part 2, Chemical and Microbiological Properties. Edit: A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney, 404-430.
- Phillips KM, Ruggio DM, Ashraf-Khorassani M, Haytowitz DB. Difference in folate content of green and red sweet peppers (*Capsicum annuum*) determined by liquid chromatography-mass spectrometry. J. Agric. Food Chem. 2006; 54: 9998–10002. doi: 10.1021/jf062327a PMID: 17177533.
- Reuter, D. J. and Robinson, J. B. 1986. Plant Analysis: An Interpretation Manual, Melbourne, Australia: Inkata Press.
- Schlichting, Ernst, and Hans-Peter Blume, 1966. „Bodenkundliches Praktikum; eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte, und für Geowissenschaftler.“
- Sevgican, A., Alan, R., Padem, H., Güvenç, G., Tüzel, Y., Gül, A., ve Balkaya, A. (1995). Sebze Tütekim Projeksiyonları ve Üretim Hedefleri, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası IV. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TC Ziraat Bankası Kültür Yayınları, (6), 655-674.
- Somos, A. 1984. The paprika; Akadémia Kiado’: Budapest, pp: 30-40.
- Sönmez, S., Uz, İ., Kaplan, M., Aksoy, T., 1999. Kumluca ve Kale Yörelerindeki Seralarda Yetiştirilen Biberlerin Beslenme Durumlarının Belirlenmesi. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23 (1999) Ek Sayı, 2 365 – 373, TÜBİTAK.
- Şeniz, V., 1992. Domates, Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yayın No: 26, Yalova.

TÜİK, 2018. TÜİK verileri, Bitkisel Üretim, Örtüaltı Tarımı verileri.

Veloso, C. A. C., and T. Muraoka, 1993. "Diagnosis of macronutrient deficiency symptoms in black pepper (*Piper nigrum*, L.)." *Scientia Agricola* 50.2 (1993): 232-236.

Wahyuni Y, Ballester AR, Sudarmonowati E, Bino RJ, Bovy AG. 2011. Metabolite biodiversity in pepper (*Capsicum*) fruits of thirty-two diverse accessions: variation in health-related compounds and implications for breeding. *Phytochemistry*. 72: 1358–70. doi: 10.1016/j.phytochem.2011.03.016 PMID: 21514607

Wahyuni Y, Ballester AR, Sudarmonowati E, Bino RJ, Bovy AG. Secondary metabolites of *Capsicum* species and their importance in the human diet. *J. Nat. Prod.* 2013; 76: 783–793. doi: 10.1021/np300898z PMID: 23477482

Winsor, G., Adams, P., 1987. Diagnosis of Mineral Disorders in Plants. *Glasshouse Crops*, Volume 3, p. 44-50, London.

Zengin, M., 2012. Toprak ve Bitki Analiz Sonuçlarının Yorumlanmasında Temel İlkeler In: *Bitki Besleme* (Ed.Karaman, M.R.), Gübretiş Rehber Kitaplar Dizisi:2, s. 837-961.

## Elektrik Motorunun Parametrelerinden Yararlanarak Pompa Devir Sayısının Tahmini

Estimation of Pump Speed by Using of Electric Motor Parameters

Uğur YEGÜL<sup>1</sup>, Okray OREL<sup>1</sup>, Maksut Barış EMİNOĞLU<sup>1\*</sup>, Mustafa VATANDAŞ<sup>1</sup>

### Öz

Elektrik motorları pompaların çalıştırılmasında en çok kullanılan güç kaynağıdır. Özellikle dalgıç pompalar elektrik motoruna doğrudan akuple edilerek imal edilmektedirler. Dalgıç pompaların bu kompakt yapısı ve suya batık olarak çalışması, değişken yük koşullarında pompa devir sayısının ölçülmesine olanak vermemektedir. Pompa devir sayısı ise manometrik yükseklik ve debi değerlerini etkileyen önemli bir parametredir. Bu çalışmada dalgıç pompaların tahrikinde yaygın olarak kullanılan 3 fazlı 2 kutuplu asenkron motorların elektriksel parametreleri kullanılarak motor/pompa devir sayısının tahmini amacıyla bir yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemle elektrik motoru ve direkt akuple dalgıç pompanın devir sayısının düşük bir hata oranıyla tahmin edilebileceği belirlenmiştir. Geliştirilen regresyon eşitlikleriyle motorun anma devir sayısı ve yüklenme oranı değerleri kullanılarak anlık devir sayısı hesaplanabilmektedir.


**Anahtar Kelimeler:** Elektrik motoru, dalgıç pompa, devir sayısının tahmini, elektrik motorunun mekanik performansı


### Abstract

Electric motors are the most commonly used power sources in the operation of pumps. In particular, submersible pumps are manufactured by direct coupling to the electric motor. This compact design of submersible pumps and the submersible operation do not allow the pump speed in rpm to be measured in variable load conditions. Pump speed in rpm is an important parameter affecting the manometric height and flow rate. In this study, a method has been developed to estimate the motor / pump speed in rpm by using the manufacturer's experimental data for 3-phase asynchronous motors which are widely used in the drive of submersible pumps. It has been determined that the number of speed in rpm of the electric motor and the direct coupling submersible pump can be estimated with a low error rate. Operating speed of asynchronous motors could be computed using with rated speed and percent loading of motors.

**Keywords:** Electric motor, submersible pump, estimation of speed in rpm, mechanic performance of electric motor

<sup>1</sup>Uğur Yegül, E-mail: [yegul@ankara.edu.tr](mailto:yegul@ankara.edu.tr)  OrcID: 0000-0003-2139-4080

<sup>1</sup>Okray Orel, E-mail: [orel@ankara.edu.tr](mailto:orel@ankara.edu.tr)  OrcID: 0000-0002-9864-3869

<sup>1\*</sup>**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Maksut Barış Eminoğlu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Kavacık/Subayevleri, Keçiören, Ankara. E-mail: [eminoglu@agri.ankara.edu.tr](mailto:eminoglu@agri.ankara.edu.tr)  Orcid: 0000-0003-3264-3636

<sup>1</sup>Mustafa Vatandaş, E-mail: [mvatandas2002@yahoo.com](mailto:mvatandas2002@yahoo.com)  OrcID: 0000-0003-3235-042X

**Atıf/Citation:** Yegül, U., Orel, O., Eminoğlu, M. B., Vatandaş, M. Elektrik motorunun parametrelerinden yararlanarak pompa devir sayısının tahmini. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 156-162

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2019



### **Extendend Summary**

Electric motors are the most commonly used power source for operation of pumps. In particular, submersible pumps are manufactured by direct coupling to the electric motor. This compact design of submersible pumps and the submersible operation do not allow the pump speed to be measured in variable load conditions. The pump speed also affects the mains current, input power and total efficiency of the motor-pump system. Pump speed is an important parameter affecting the manometric height and flow rate.

In this study, a method developed to estimate the motor / pump speed in rpm by using the manufacturer's data (motor rated current, voltage and revolutions) for three-phase asynchronous motors that are widely used in the drive of submersible pumps. The analyses were carried out using 303 pumps 6 to 10 inch diameters with different power ranges. With developed algorithm, different regression equations have been obtained for each of five different power groups. The algorithm outputs have been obtained for the two-poles (3000 1 / min) three-phase asynchronous electric motors with a voltage range of 380-400 V in the IE1 efficiency class and the load ratio between 50-100%.

Developed algorithm were given these regression equations; for 6 inch pump diameters at 3,7-37 kW power ranges operating speed is estimated with  $n_i = 866,101 - 155,225*PL + 0,750*n_N$ , for 7 inch pump diameters at 22-55 kW power ranges operating speed is estimated with  $n_i = 834,375 - 112,500*PL + 0,750*n_N$ , for 8 inch pump diameters at 18,5-105 kW power ranges operating speed is estimated with  $n_i = 853,273 - 137,697*PL + 0,750*n_N$ , for 9 inch pump diameters at 115-168 kW power ranges operating speed is estimated with  $n_i = 829,687 - 106,250*PL + 0,750*n_N$ , for 10 inch pump diameters at 81-185 kW power ranges operating speed is estimated with  $n_i = 824,464 - 99,286*PL + 0,750*n_N$ .

Beside of findings of this research, for the 6 -10 inch pump diameters with the developed regression equations, the operating speed can be estimated with between  $\pm 1,414$  and  $\pm 6,707$  min-1 standard error by using the rated speed and load ratio from the nameplate values of the motors in the 3.7-185 kW power range. It has been determined that the speed of the electric motor and the direct coupling submersible pump can be estimated with a low error level. Operating speed of asynchronous motors could be computed using with nameplate data, measurement load, current and voltage..

Elektrik motorları yüksek verimlilik ve çok düşük bakım gereksinimi gibi nedenlerden dolayı, pompa çalıştırmada yaygın olarak kullanılmaktadır. Elektrik motoru-pompa akuplasyonunda, pompanın manometrik yükseklik, debi ve verim gibi çok önemli karakteristikleri ise devir sayısına bağlı olarak değişim göstermektedir. Pompa devir sayısı ise yüklenmeye bağlı olarak değişim göstermekte; pompanın maksimum verim noktasında çalışıp çalışmadığını belirlemede ya da değişken frekanslı uygulamalarda devir sayısı bilgisine gereksinim duyulmaktadır.

Dalgıç tipi pompalar, açılan kuyunun içinde suya batık olarak çalıştırdıklarından, takometre kullanılarak pratik olarak devir sayısı ölçümü mümkün olamamaktadır. Elektrik motorunun ve dolayısıyla pompanın devir sayısı ise, aktarılan suyun debisi ve basıncı üzerinde doğrudan etkili olan bir parametredir. Pompa devir sayısı aynı zamanda motorun şebekeden çektiği akım ve güç ile motor-pompa sisteminin toplam verimini de etkilemektedir.

Ahonen ve ark (2012) araştırmalarında santrifüj pompalarda devir sayısı, fren gücü, debi ve verim parametrelerinin tahmini amacıyla, pompayı çalıştıran elektrik motorunun faz akımı ölçümüne dayalı bir yöntem geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri yöntemi 11 kW'lık bir motora ait verilerle test eden araştırmacılar, geliştirdikleri yöntemin oldukça yüksek doğrulukla kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Boduroğlu (1988), asenkron elektrik motorlarının teorisi ile ilgili yaptığı incelemelerde, özellikle asenkron elektrik motorlarında yüklenme karakteristiklerinin Kloss formülü kullanılarak belirlenmesi ve döndürme momentinin hesaplanmasına ait bilgiler vermiştir. Ayrıca, asenkron makinaların daire diyagramının çıkarılmasına ilişkin değişik yöntemleri de açıklamıştır.

Gölcü (2002) çalışmasında yeni bir dalgıç pompa tasarımı yaparak, 3...7 arasında değişen kanada sahip pompaların performanslarını incelemiştir. Araştırmacı, ayrıca üç kademeli pompanın tek kademeliye kıyasla verim değerlerindeki değişimleri de belirlemiştir.

Bu nedenle araştırmada, dalgıç tipi pompalarda kullanılan elektrik motorlarının ölçülebilen parametreleri kullanılarak, devir sayısının tahmini için analitik bir yöntem geliştirilmesi amaçlanmıştır.

### Materyal ve Yöntem

Araştırmada, Türkiye'de üretilen ve dalgıç tipi derin kuyu pompalarının çalıştırılmasında kullanılan 3 fazlı asenkron motorların verilerinden yararlanılmıştır (Şekil 1). Çalışmada analizlerin yapılmasında pompa çaplarına bağlı olarak motorların mekanik parametrelerine ilişkin imalatçı tarafından belirtilen etiket değerleri (motorun anma akımı, gerilimi ve devir sayısı) verileri kullanılmıştır. Denemeler farklı güç aralıklarında ve 6 ile 10 inch pompa çaplarına sahip toplam 303 adet pompa kullanılarak yürütülmüştür.



Şekil 1. Dalgıç tipi pompaların çalıştırılmasında kullanılan elektrik motoru (Anonim 2017)

Figure 1. The electric motor used to operate the submersible pump (Anonymous 2017)

Belirli koşullar altında çalışan 3 fazlı bir elektrik motorunun yüklenme oranı (PL) şu formüllerle ifade edilmektedir (Anonymous 2016):

$$PL = \left( \frac{I_i}{I_N} \right) \times \left( \frac{U_i}{U_N} \right) \quad (1)$$

$$PL = \frac{(n_s - n_i)}{(n_s - n_N)} \quad (2)$$

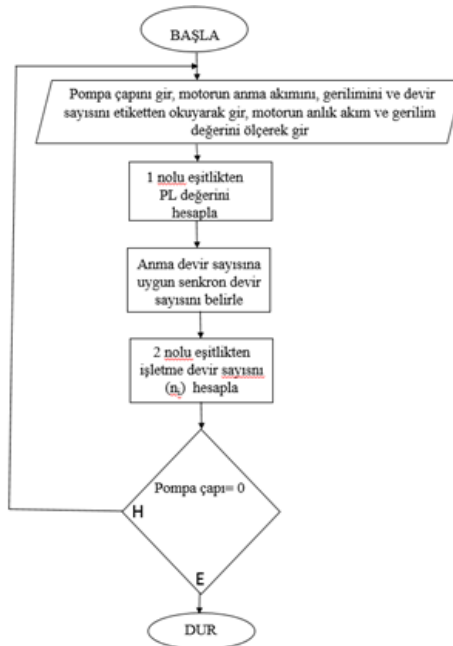
$$PL = \frac{(n_s - n_N)}{\left[ (n_s - n_N) \times \left( \frac{U_N}{U_i} \right)^2 \right]} \quad (3)$$

$$PL = \left( \frac{P_i}{P_N} \right) \times \eta_i \quad (4)$$

Bu formüllerde,

- PL** : Anma gücünün yüzdesi olarak elektrik motorunun yüklenme oranı (ondalık),  
**I<sub>i</sub>** : Ölçülen akım şiddetinin etkin değeri (3 fazın ortalaması olarak) (A),  
**I<sub>N</sub>** : Elektrik motorunun anma (% 100 yükteki) akımı (A),  
**U<sub>i</sub>** : Ölçülen fazlar arası gerilimin etkin değeri (3 fazın ortalaması olarak) (V),  
**U<sub>N</sub>** : Elektrik motorunun anma (% 100 yükteki) gerilimi (V),  
**n<sub>s</sub>** : Senkron devir sayısı (1/min),  
**n<sub>i</sub>** : Ölçülen devir sayısı (1/min),  
**n<sub>N</sub>** : Elektrik motorunun anma (% 100 yükteki) devir sayısı (1/min),  
**P<sub>i</sub>** : Elektrik motorunun şebekeden çektiği toplam güç (kW),  
**P<sub>N</sub>** : Elektrik motorunun anma (% 100 yükteki) gücü (kW),  
**η<sub>i</sub>** : Elektrik motorunun belirli işletme koşullarındaki toplam verimi (ondalık)'dir.

Araştırmada elektrik motorunun I<sub>i</sub> ve U<sub>i</sub> parametreleri için imalatçılar tarafından verilen etiket değerleri kullanılarak (1) nolu formülden PL değerleri hesaplanmış, bu değer senkron devir sayısı ve anma devir sayısına ait etiket değeri ile birlikte (2) nolu eşitlikte kullanılarak, n<sub>i</sub> değerleri belirlenmiştir. n<sub>i</sub> değerlerinin hesaplanmasında kullanılan algoritmaya ilişkin akış diyagramı Şekil 2'de verilmiştir. Belirlenen n<sub>i</sub> değerleri ile imalatçı verileri arasındaki sapmalar ise istatistiksel analizler yapılarak karşılaştırılmıştır.



Şekil 2. n<sub>i</sub> Değerlerinin hesaplanması amacıyla geliştirilen algoritmanın akış şeması

Figure 2. Flow chart of the algorithm developed for the calculation of n<sub>i</sub>

Algoritma çıktıları, tümü IE1 verimlilik sınıfında bulunan iki kutuplu ( $n_s = 3000$  1/min) üç fazlı asenkron elektrik motorlarının 380-400 V gerilim aralığında, 50 Hz frekansa sahip şebekeden enerji alma durumu ve % 50-100 arasındaki yüklenme oranı değerleri için elde edilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Şekil 2’de akış diyagramı verilen yöntem ile yapılan analiz ve değerlendirmeler sonucunda elde edilen bulguların istatistiksel değerlendirmesi Çizelge 1’de toplu olarak verilmiştir. Çizelge 1’de yer alan regresyon eşitlikleri çalışmada yapılan analizlerin yerine kullanmak amacıyla geliştirilmiştir.

**Çizelge 1. Dalgıç Tipi Derin Kuyu Pompası Çalıştıran IE1 Verimlilik Sınıfında, 3 Fazlı İki Kutuplu ( $n_s = 3000$  1/min) Asenkron Elektrik Motorlarında İşletme Devir Sayısının ( $n_i$ ) Tahminine Dönük Olarak Yapılan Analiz Sonuçları ( $p < 0,000$ )**

**Table 1. In the IE1 Efficiency Class Running Submersible Deep Well Pump, The Results Of The Analysis Are Made For The Estimation Of The Operating Speed in 3-Phase Two-Pole ( $n_s = 3000$  1/min) Asynchronous Electric Motors ( $p < 0,000$ )**

| Pompa Çapı (inch) | Güç Aralığı (kW) | Değerlendirmeye Alınan Pompa Sayısı | Regresyon Eşitliği                       | R <sup>2</sup> | Tahminin Standart Hatası |
|-------------------|------------------|-------------------------------------|--|----------------|--------------------------|
| 6,0               | 3,7-37,0         | 108                                 | $n_i = 866,101 - 155,225*PL + 0,750*n_N$ | 0,973          | 6,707                    |
| 7,0               | 22,0-55,0        | 42                                  | $n_i = 834,375 - 112,500*PL + 0,750*n_N$ | 0,989          | 2,795                    |
| 8,0               | 18,5-105,0       | 99                                  | $n_i = 853,273 - 137,697*PL + 0,750*n_N$ | 0,989          | 3,231                    |
| 9,0               | 115,0-168,0      | 12                                  | $n_i = 829,687 - 106,250*PL + 0,750*n_N$ | 0,997          | 1,494                    |
| 10,0              | 81,0-185,0       | 42                                  | $n_i = 824,464 - 99,286*PL + 0,750*n_N$  | 0,989          | 2,397                    |
| Toplam            | 3,7-185,0        | 303                                 | $n_i = 849,053 - 133,880*PL + 0,750*n_N$ | 0,971          | 6,235                    |

Buksnaitis (2011) araştırmasında, 3 fazlı asenkron elektrik motorlarının değişik frekans ve gerilim değerlerindeki mekanik performansını analiz etmiştir. Analizleri Kloss formülüne dayalı olarak gerçekleştiren araştırmacı; elde ettiği analitik çözümlmeleri 4 kW anma gücündeki sincap kafesli bir asenkron motorda test etmiştir. Sonuç olarak araştırmacı, asenkron motorun mekanik karakteristiklerini tahmin etmede Kloss formülünün yeter etkinlikte kullanılabileceğini belirtmiştir.

Guimaraes ve ark. (2014) indüksiyon motorlarında etiket bilgilerini ve imalatçı verilerini kullanarak motor parametrelerini tahmin etmeye dönük bir yöntem geliştirmişlerdir. Araştırmacılar geliştirdikleri yöntemin doğrusal olduğunu ve iteratif olmadığını belirterek, ilk hareket akımı, ilk hareket ve devrilme momenti gibi parametrelerin imalatçılar tarafından verilen nominal değerlerle uyumlu olduğunu bildirmişlerdir. Yazarlar elde ettikleri sonuçları, regresyon denklemleri şeklinde vermişler ve bu denklemlerin oldukça yüksek belirtme katsayısı (R<sup>2</sup>) değerine sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Pedra ve Sainz (2006) sincap kafesli indüksiyon motorları üzerinde yaptıkları çalışmalarında, moment ölçümüne gerek kalmaksızın motor momentini hesaplamaya dönük bir yöntem önermişlerdir. İndüksiyon motorunun eşdeğer devre parametrelerine dayalı olarak geliştirdikleri bu yöntemi, motorun boşta çalışma, ilk hareket (kilitli rotor) ve aşırı yüklenme durumları için test etmişlerdir. Araştırmacılar geliştirdikleri yöntemin oldukça yüksek stabiliteye sahip olduğunu ve düşük hata oranıyla kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Vatandaş (1996) araştırmasında, tarım makinalarının çalıştırılmasında kullanılan üç fazlı asenkron elektrik motorlarının döndürme momentinin belirlenmesi için teorik bir yöntem geliştirmiştir. Çalışmayla geliştirilen yöntemin geçerliliği 0,75-5,5 kW güç aralığında yer alan beş adet standart elektrik motorlarına ait deney verileriyle test edilmiştir. Araştırmacı nominal kaymanın 2,0-2,4 katına kadar olan yüklenme koşullarında elde ettiği deney sonuçları ile teorik değerler arasında çok yüksek bir ilişki bulmuştur. Sonuç olarak geliştirdiği yöntemin pratikte döndürme momenti ölçümüne gerek kalmaksızın yüksek bir doğrulukla kullanılabileceğini belirtmiştir.

## Sonuç

Yapılan analizler sonucunda elde edilen yüksek düzeyli belirtme katsayısı ( $R^2$ ) ve olasılık düzeyi (p) değerleri ile düşük standart hata değerlerinin, geliştirilen regresyon eşitliklerinin oldukça yüksek bir doğrulukla devir sayısı ölçümü yapmaksızın değerini tahmin etmede kullanılabileceğini göstermektedir. Geliştirilen regresyon denklemleri ile;

6 inch pompa çapı için, 3,7-37 kW güç gurubunda bulunan motorların etiket değerlerinden anma devir sayısı ve yüklenme oranı kullanılarak motor devir sayısı  $\pm 6,707 \text{ min}^{-1}$  hata ile

7 inch pompa çapı için 22-55 kW güç gurubunda bulunan motorların etiket değerlerinden anma devir sayısı ve yüklenme oranı kullanılarak motor devir sayısı  $\pm 2,795 \text{ min}^{-1}$  hata ile

8 inch pompa çapı için 18,5-105 kW güç gurubunda bulunan motorların etiket değerlerinden anma devir sayısı ve yüklenme oranı kullanılarak motor devir sayısı  $\pm 3,231 \text{ min}^{-1}$  hata ile

9 inch pompa çapı için 115-168 kW güç gurubunda bulunan motorların etiket değerlerinden anma devir sayısı ve yüklenme oranı kullanılarak motor devir sayısı  $\pm 1,494 \text{ min}^{-1}$  hata ile

10 inch pompa çapı için 81-185 kW güç gurubunda bulunan motorların etiket değerlerinden anma devir sayısı ve yüklenme oranı kullanılarak motor devir sayısı  $\pm 2,397 \text{ min}^{-1}$  hata ile

6-10 inch pompa çapı için 3,7-185 kW güç gurubunda bulunan motorların etiket değerlerinden anma devir sayısı ve yüklenme oranı kullanılarak motor devir sayısı  $\pm 6,235 \text{ min}^{-1}$  hata ile tahmin edilebilmektedir.

Bu amaçla motorun anlık akım ve gerilim bilgileri ile etiketten okunacak anma akım ve gerilim değerlerinin bilinmesi yeterli olacaktır.

Konuyla ilgili olarak imalatçılar tarafından verilen karakteristik parametreler içinde devir sayısı değerlerinin, yuvarlama yapılmaksızın ifade edilmesinin; geliştirilen yöntemle yapılan devir sayısı tahminlerinde doğruluk derecesini daha da artıracakı düşünülmektedir.

### **Kaynaklar/References**

- Anonymous 2016. Determining electric motor load and efficiency. Motor Challenge Fact Sheet, U.S. Department of Energy, U.S.A.
- Anonim 2017. Vansan Water Technologies (www.vansan.com.tr). Erişim tarihi: 21.01.2017.
- Ahonen T, Kortelainen JT, Tamminen JK, Ahola J, 2012. Centrifugal pump operation monitoring with motor phase current measurement. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*. 42 (1) :188-195.
- Boduroğlu T, 1988. *Elektrik Makinaları Dersleri* (2. Baskı). Cilt II, Beta Basın Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Buksnaitis J, 2011. Analytical determination of mechanical characteristics of asynchronous motors by varying the electric current frequency. *Electronics and Electrical Engineering*, 6 (112): 3-6.
- Gölcü M, 2002. Üç kademeli dalgıç pompaların performans eğrilerinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8 (2): 149-154.
- Guimaraes JMC, Bernardes JV, Hermeto AE and Bortoni EC, 2014. Parameter determination of asynchronous machines from manufacturer datasheet. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 29(3): 689-697.
- Pedra J and Sainz L, 2006. Parameter estimation of squirrel-cage induction motors without torque measurements. *IEEE Proc-Electr. Power Appl.*, 153(2): 263-270.
- Vatandaş, M., 1996. Tarım makinaları için seçilecek asenkron elektrik motorlarında döndürme momentinin belirlenmesi. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1433, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 795*, Ankara.

## The Sugar Consumption Tendencies of University Students: The Case of Tekirdağ Namık Kemal University

Üniversite Öğrencilerinin Şeker Tüketim Eğilimleri: Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Örneği

Sema KONYALI<sup>1\*</sup>

### Abstract

The present study, having obtained data by applying face-to-face interview technique to 322 students at Namık Kemal University Faculty of Agriculture, reveals and analyses the tendencies of consumption of sugar produced from beet and starch-based sugar. In the framework of the research, some 60.9% of the students indicated that they consume sugar with their tea, 12.7% as chocolate, 12.1% as cake, pastry and biscuits etc., 5,6% as coke, 5% as fruit juice, and 3,7% as confectioneries. A large part of the students acquire sugar from the markets. Most of the students stated that the price of sugar was normal, the source of sugar which they consumed was sugar beet and 63.4% of them stated that they did not hear about starch-based sugar (SBS). It has been found out that 70.5% of the students consumed sugar as crystal sugar, 83.2% preferred to consume sugar every day, and when purchasing the sugar they mostly regarded the quality and brand of the product.

**Keywords:** Sugar produced from beet, starch-based sugar, consumption tendencies, consumer preferences

### Öz

Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesinde eğitim gören 322 öğrenci ile yüzyüze görüşme tekniği uygulanarak elde edilen verilerin kullanıldığı çalışmada, öğrencilerin pancar şekeri ve nişasta bazlı şeker tüketim eğilimleri incelenmiştir. Araştırmada, öğrencilerin %60,9'u şekeri en fazla çay şekeri, %12,7'si çikolata, %12,1'i kek, pasta ve bisküvi vb., %5,6'sı kola, %5'i meyve suyu, %3,7'si ise şekerleme olarak tükettiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin büyük bir bölümü şekeri marketlerden temin etmektedir. Öğrencilerin büyük bir kısmı, şeker fiyatının normal olduğunu, tükettikleri şekerin kaynağının şekerpancarı olduğunu ve %63,4'ü Nişasta bazlı şekeri (NBS) duymadıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin %70,5'i şekeri kristal toz şeker olarak tükettiği, %83,2'si şekeri her gün tüketmeyi tercih ettiği, şeker satın alınırken ise en fazla ürünün kalitesine ve markasına dikkat ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Pancar şekeri, nişasta bazlı şeker, tüketim eğilimleri, tüketici tercihleri

<sup>1\*</sup>**Corresponding Author:** Sema Konyalı, Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, 59030, Süleymanpaşa/Tekirdağ, Turkey, E-mail: [skonyali@nku.edu.tr](mailto:skonyali@nku.edu.tr)  ORCID: 0000-0002-6049-495X

**Citation:** Konyalı, S. The sugar consumption tendencies of university students: The case of Tekirdağ Namık Kemal University . *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 163-172.

In Turkey, the main raw material of sugar is sugar beet. Starch-based sugars (SBS) consist of glucose, isoglucose, fructose, and its derivatives produced through various chemical methods from starch-based raw material such as corn, wheat, or potato, aside from saccharose, which is produced from sugar beet and sugar cane. Starch-based sugars are not consumed directly, but are mostly used as an input in sugary products. The main area of use of these sweeteners are confectionery, sugary and flour products, ice cream, halva, jam, marmelade, alcoholic beverages and soft drinks. The enactment of the Sugar Law in 2001, led up to the privatization of the sugar sector and starch-based sweeteners. In Turkey, which is the most appropriate country for beet production with its 10% quota rate is supported by the increase-decrease authority through the decision taken in the direction of increase each year by the council of ministers. Permission for the production of SBS is limited to 2-3% in EU countries. In addition, consumption of SBS per capita in EU countries is 1.5 kg while in Turkey it is around 6 kg per capita. Consumption of SBS is increasing in Turkey gradually. It is extremely important to determine the nutrition tendencies of students, the regulation of their nutrition in adulthood, and the prevention of probable disorders depending on inappropriate nutrition. The aim of this study is to determine the level of knowledge and consumption patterns of beet sugar and starch-based sugars, which have recently changed, and to determine the consumption tendencies of students. Results, which will be obtained from this study, are important in terms of revealing the level of knowledge and habits of university students about nutrition with sugar.

## **Materials and Methods**

### **Material**

In this study, data obtained from students of Tekirdağ Namık Kemal University, Department of Agricultural Engineering were used as primary data. The secondary data used in this study were the national and overseas studies and projects carried out, and reports issued by the Turkish Statistical Institute, FAO, Ministry of Agriculture and Forestry.

### **Method**

#### **Sampling Method**

In the field study of the determination of sugar consumption tendencies of the students, who are studying at the Faculty of Agriculture was calculated by using the proportional sample volume formula given below (McClave and Sincich, 2009). Proportional sampling is a method of sampling in which the investigator divides a finite population into subpopulations and then applies random sampling techniques to each subpopulation (Salkind, 2010). There are 1654 students at Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture. In the formula, 90% confidence interval, 5% error share and  $p = q = 0.5$  were taken to reach the maximum sample volume.

$$n = \frac{4 \cdot N \cdot p \cdot q}{4 \cdot p \cdot q + d^2 \cdot (N - 1)}$$

$n$  = volume of sample,  $N$  = volume of main mass (1654),  $p = (0.5)$ ,  $q = 1-p$ ,  $d = 0.05$

As a result of the sampling, a face-to-face survey was conducted with 322 students who were randomly selected at Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture. The data obtained from the questionnaire were coded into the statistical program and % (percent), frequency analysis, Friedman and Kruskal Wallis test were applied. The obtained data on the findings were presented in tables.

## **Results and Discussion**

A total of 322 student questionnaires were administered at Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture. According to the survey results, various findings about sugar consumption were determined. The findings obtained were revealed in detail in the following tables. It was found out that 70.5% of university students used sugar as crystal granulated sugar, 26.1% as crystal cube sugar, 1.2% as brown granulated sugar and the rest as dark brown cube sugar, and as liquid sugar (Table 1).



**Table 1. Preferences of sugar consumption of students**

| Kind of Sugar            | Frequency | Ratio (%) |
|--------------------------|-----------|-----------|
| Crystal Granulated Sugar | 227       | 70.5      |
| Brown Granulated Sugar   | 4         | 1.2       |
| Crystal Cube Sugar       | 84        | 26.1      |
| Brown Cube Sugar         | 4         | 1.2       |
| Liquid Sugar             | 3         | 1.0       |

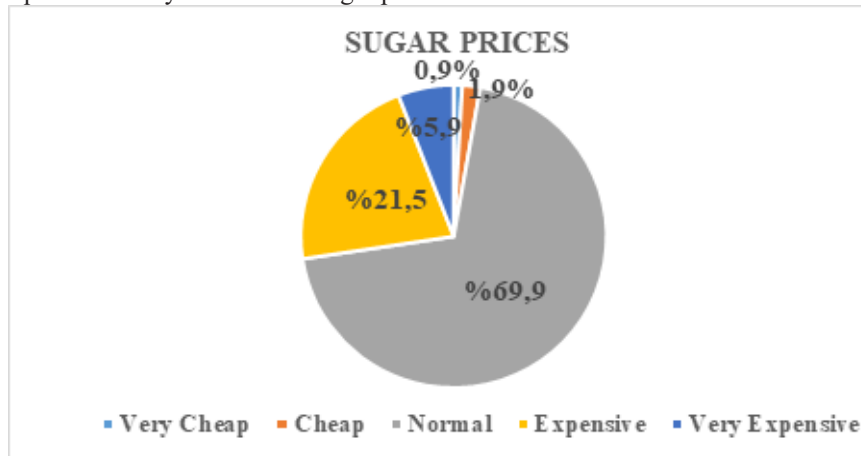
When students were asked about the frequency of consumption of sugar, 84.2% of the students participated in the survey stated to consume it every day, 6.9% of them 3-6 days a week, 6.3% of the students 1-3 days a week, 2.3% of them 2 weeks a month, and 0.3% of the students stated to consume it 3 weeks a month. When the average monthly consumption of sugar was taken into consideration, it was found out that 24.5% of the students had a weight of 1-2 kg, 22% had 500-1000 gr, 20.2% had 100-500 gr, 15.8% had 2-4 kg, 11.5% 4-6 kg of sugar consumption, and 5.9% of them consumed it in other quantities (Table 2).

**Table 2. Monthly sugar consumption average of students**

| Monthly sugar consumption (average) | Frequency | Ratio (%) |
|-------------------------------------|-----------|-----------|
| 100-500 gr.                         | 65        | 20.2      |
| 500-1000 gr.                        | 71        | 22.0      |
| 1-2 kg.                             | 79        | 24.5      |
| 2-4 kg.                             | 51        | 15.8      |
| 4-6 kg.                             | 37        | 11.5      |
| Other                               | 19        | 5.9       |

It was found out that the most preferred sugar brandmark was Balküpü. Of the students, 11.5% preferred Doğuş, 11.2% of them preferred BIM granulated sugar, 6.5% of them preferred Ülker-Gökkuşığı, 1.2% of them preferred Migros granulated sugar, and 23.3% of them preferred other brandmarks. 87% of the students stated that the source of the sugar they consumed was sugar beet, 6% of them stated that it was corn, 4.3% stated that it was sweeteners, and 2.7% of them stated that it was sugar cane. 60.5% of the students stated that using sweeteners instead of sugar was harmful to health, and 39.5% of them stated that they were not harmful.

69.9% of the students stated that they found sugar prices normal and 21.5% found it expensive (Figure 1). In response to the question "Do you know the sugar prices abroad?" 95.7% of them answered "No".

**Figure 1. Opinions about sugar prices**

63.4% of the students stated that they heard about starch-based sugar and 36.6% said they did not (Figure 2). 66% of the students who heard about starch-based sugar stated that they knew where the SBS was used and 34% stated that they did not know. 84.7% of the students stated that they did not prefer using starch-based sugar and 15.3% of them stated that they preferred it.

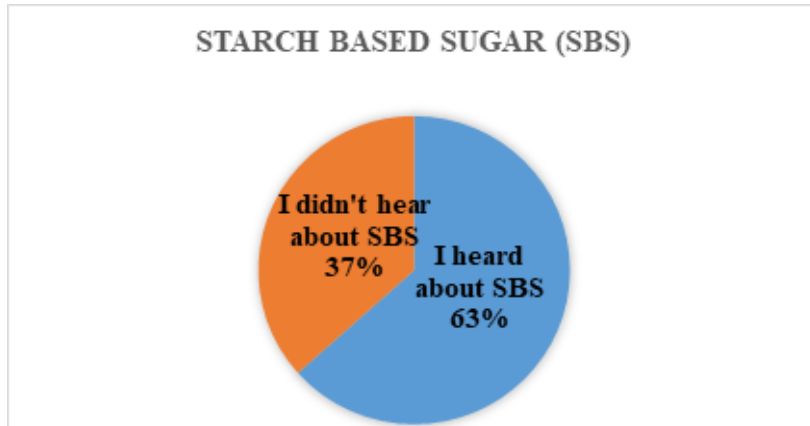


Figure 2. Students' knowledge about starch-based sugar

With 80.1%, a substantial part of the students stated that they provided sugar from supermarkets. 11.3% of them stated that they bought it from grocer's, 6.8% from wholesalers, and 1.8% from the local district markets. Of the students, 32.6% bought it from BIM supermarket, 23.9% of them from A101 supermarket, 18.6% of them from Carrefour supermarket, 11.8% of them from Migros supermarket, 8.8% of them from Gökkuşuğu süpermarket, 3% of them from Diasa supermarket, and 1.3% of them stated that they bought it from other supermarkets. While 35.7% of the students stated that they pay attention to the quality when purchasing sugar, 30.1% of the students pay attention to the brand, 25.8% of them to the price, 5.9% of them pay attention to the expiry date and 2.5% of the students pay attention to the packaging. While 62% of the students stated that the prices did not affect their sugar consumption, 48% of them stated that prices affected their consumption. When asked to indicate how their sugar consumption changed within the last three years, 60.6% of consumers have stated that there was no change, 21.5% stated that it increased, while 17.9% of them stated that it decreased (Figure 3).

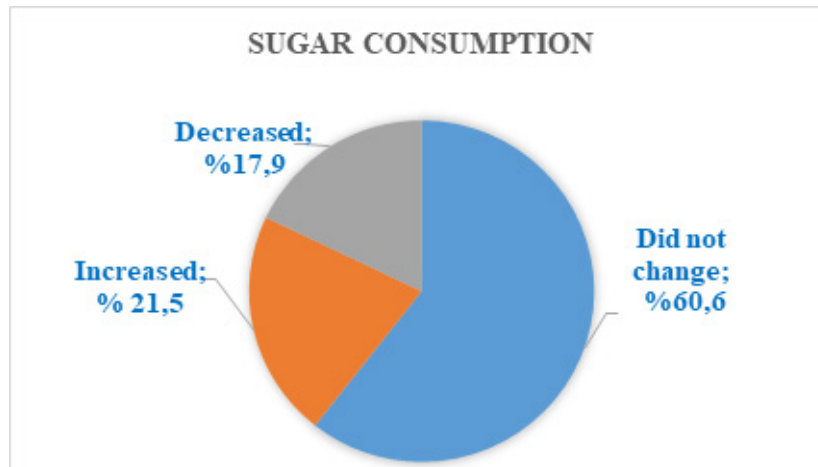


Figure 3. The change in sugar consumption within 3 years

Of the students, 60.9% stated that they mainly consumed sugar within tea, 12.7% of them as chocolate, 12.1% of them as cake, pastry, and biscuits, 5.6% of them within coke, 5% of them as fruit juice, and 3.7% of them stated that they mainly consumed it as confectionery (Table 3).

Table 3. Sugar consumption preferences of students

| Sugar consumption preference | Frequency | Ratio (%) |
|------------------------------|-----------|-----------|
| Within tea                   | 196       | 60.9      |
| Chocolate                    | 41        | 12.7      |
| Cake, pastry, biscuits, etc. | 39        | 12.1      |
| Coke                         | 18        | 5.6       |
| Fruit juice                  | 16        | 5.0       |
| Confectionery                | 12        | 3.7       |

When asked the question “Where do you prefer sweet consumption?”, 68.4% of them stated that they preferred to consume it at home. 21.2% of them at patisseries, 6.3% of the students at neighbor’ and friend’s house, 1% of them at restaurants and 3.1% of the students stated that they preferred to consume it at other places.

75.5% of the students stated that they have not heard about liquid sugar before. 64.7% of the students who have heard about it stated that they did not know where it was used, and 35.3% of them stated that they knew where it was used. 78.2% of the students stated that they would prefer not to use liquid sugar, and 21.8% stated that they would prefer to use liquid sugar. As a response to the question ‘Has there been a change in the taste of the sugary food and fizzy drinks you consumed within 5 years?’, 66.5% of the students replied as ‘No’, while 33.5% of them replied as ‘Yes’.

51% of the students stated that sugar and sugary products were not produced in accordance with food safety and 49% of them stated that the products were produced accordingly.

85.7% of the students stated that they paid attention to the production date of sugar products, while 14.3% of them did not, 51.9% stated that they paid attention to the expiration date, while 48.1% of them did not; 57.5% of them stated that they read the “Contents” section of sugar products while 42.5% of them did not; 77.6% of them said that the “Producing Company” of sugar products was important for them, while 22.4% of them stated that it was not; 57.1% stated that they applied for “Consumer Rights” when they had a problem with sugar products while 42.9% said that they did not.

66.8% of the students stated that sugar factories should not be privatized while 33.2% of them stated that they should.

In chocolate consumption, 25% of the students preferred “Ülker” with 25%, “Nestle” with 18.1%, “Milka” with 16.5%, “Eti” with 14.3%, “Toblerone” with 9.7%, “Şölen” with 3%, patisserie-made chocolate with 2%, and other brands with 11.4%. 42.3% of these students stated the reason for choosing the mentioned brand for its taste, 38.6% for its brand reliability, 9.7% for its quality, 8.4% for its price, and 1% for its advertisement. In chocolate consumption, 32.6% of the students preferred “milky chocolate” for its taste while 22.4% preferred “pistacchio chocolate”, 21.8% preferred “hazelnut chocolate”, 17.7% preferred “bitter chocolate”, 2% preferred “wafered chocolate”, 1.1% preferred “almond chocolate”, 0.9% preferred “chocolate crackles”, and 1.5% preferred other types of chocolates.

In fizzy drink consumption, 55.4% of the students stated that they consumed “coke”, 12.4% of them preferred “soda pops” 11.8% preferred “fruit flavoured soda”, 11.5% preferred “simple soda pop”, 3.4% preferred “soda”, 3.1% preferred “energy drinks”, and 2.4% stated that they preferred other beverages.

In consumption of fizzy drinks, 47.8% of the students stated that they preferred “Coca Cola” while 12.4% of them preferred “Pepsi”, 10.2% of them preferred “Fanta”, 8.1% of them preferred “Çamlıca soda pop”, 5% preferred “soda”, and 16.5% of the students stated that they preferred other beverages. 52.9% of the students stated that the reasons for choosing the mentioned brand was taste, while for 34.3% of them it was the brand reliability, for 5.9% it was advertising, for 5.6% of them it was the price, and for 1.3% there were other reasons.

In fruit juice consumption of 67.9% out of all students, 100% stated that they preferred “fruit juice”, 21.6% of them preferred “fruit nectar”, 9.8% preferred “50% fruit juice”, and the rest stated that they preferred other kinds of beverages. In fruit juice consumption, 25.8% of the students stated that they preferred “Cappy” as trademark, 24.2% preferred “Tamek”, 12.4% of them preferred “Aroma”, 11.5% preferred “Ülker”, 9.6% of them preferred “Meyöz”, 7.1% preferred “Pınar”, 5.6% preferred “Dimes”, and 3.8% stated that they preferred other brands. 54.7% of the students stated that the reason for choosing the mentioned brand was its taste, for 36.4% it was the brand liability, for 7.5% it was the price, and for 1.4% it was other reasons. 62.9% of the students said that in fruit juice consumption, they preferred “pure fruit juice” while 33.4% of them preferred “mixed fruit juice”, and 3.7% of them preferred other types of fruit juice.

In biscuit-cake consumption, it was determined that 52.4% of the students preferred the brand “Ülker”, 38.2% preferred “Eti”, 6.2% of them preferred “patisserie-made products”, 2.2% preferred “Saray”, and 1% stated that they preferred other brands. 53.2% of the students stated that the reason for choosing the mentioned brand was taste, for 42.9% it was brand reliability, for 3.2% of them it was the price and for 0.7% the reason there were other reasons. In the consumption of biscuit-cake, 30.1% of the students stated that they preferred them with “Cacao”, 23.4% “Mixed”, 20.9% of them with “Grape”, 11% of them preferred them “Plain”, 6.5% of the with “Orange peel”, 5.9% of them with “Lemon peel” and 2.2% of the student stated that they preferred these products with other flavours.

In order to be able to learn about the point of view of university students to the role of the government at sugar consumption, they were asked “How should the government play a role in the consumption of sugar?”, and were asked to give a number from 1 to 5.

The answers were categorized as

1. Not significant
2. Subordinatley significant
3. No idea
4. Significant
5. Very significant

The students were asked whether they would participate in 6 different opinions and their responses were given in Table 4.

**Table 4. The viewpoint of the students to the role of government at sugar consumption**

| Opinions   | Not Significant | Subordinatley Significant | No Idea | Significant | Very Significant |
|--|-----------------|---------------------------|---------|-------------|------------------|
| The government should reduce sugar prices                        | 7.1             | 5.6                       | 7.8     | 34.5        | 45.0             |
| The government should encourage the use of SBS                   | 50.4            | 26.6                      | 6.8     | 8.4         | 7.8              |
| The government should subsidise sugar production from sugar beet | 3.4             | 4.7                       | 5.2     | 29.2        | 57.5             |
| The government should increase sugar quality of companies        | 1.2             | 2.8                       | 4.3     | 28.9        | 62.8             |
| The government should pay premium to producers of sugar beet     | 4.7             | 4.3                       | 4.0     | 37.0        | 50.0             |
| Governmental support should be excessive                         | 0.9             | 4.0                       | 5.0     | 28.8        | 65.3             |

The answer of half of the students to the opinion that “the government should pay premium to producers of sugar beet” was “very significant”. Aside from sugar beet, students were asked to evaluate the opinion that “the government should encourage the use of SBS”, and the response of 50.4% was “not significant”. The evaluation of 57.5% of the students was “very significant” to the opinion that “the government should subsidise sugar production from sugar beet”. A great majority with 62.8% of the students evaluated the opinion “the government should increase sugar quality of companies” in the direction of “very significant”. Students were asked to evaluate the opinion “The government should reduce sugar prices”, and 45.0% of them responded as “very significant”, and only 7.1% responded as “not significant”. As the last opinion, students were asked to express their answer to the opinion “Governmental support should be excessive”, and 65.3% of them replied as “very significant”. These results revealed that most students thought that sugar production from sugar beets should be supported, companies should increase the quality of sugar, and support on sugar beet production should always be done by the government.

#### **Friedman Test**

The Friedman test is used to test whether there is a significant difference between distributions by comparing the distributions of two or more related variables. For this purpose, “Friedman Test” was used to test whether there was a significant difference between the factors affecting students’ sugar consumption.

**Table 5. The results of Friedman Test**

| Friedman Test  | Mean Rank |
|--|-----------|
| Quality of sugar                                     | 10.81     |
| Price of sugar                                       | 9.75      |
| The source of sugar being sugar beet                 | 10.50     |
| Consumption of starch-based sugar                    | 5.83      |
| Sugar being coarse                                   | 7.11      |
| Consumption of chocolate                             | 9.51      |
| Use of liquid sugar                                  | 5.78      |
| Brand of sugar                                       | 10.74     |
| Increase in the consumption of sugar on special days | 9.06      |
| Consumption of fizzy drinks                          | 8.10      |
| Package of product                                   | 8.70      |
| Consumption of pastry, cake, and biscuits            | 9.82      |
| The product being diet                               | 6.37      |
| Consumption of fruit juice                           | 9.95      |
| Advertisement of product                             | 7.81      |
| Governmental subsidy                                 | 9.98      |
| Food Safety  | 13.18     |

As a result of the Friedman test, it was determined that there was a significant difference between the factors influencing students' sugar consumption (Asymp sig .0,000 <0,05). When Table 5 was analysed, it was determined that the determinant criteria, which became prominent in sugar consumption were food safety (13.18), sugar quality (10.81), brand of sugar (10.74), and the source of sugar being sugar beet (10.50).

#### Kruskal Wallis Test

The Kruskal-Wallis Test is used to determine whether there is a significant difference between the mean of two or more independent groups and a dependent variable. With this purpose, the Kruskal Wallis Test was conducted to determine the significance of the students' distinction in terms of sugar consumption according to monthly incomes, and the results were given

**Table 6. The results of Kruskal Wallis Test.**

| Kruskal Wallis Test |                |     |           |                                 |                    |
|---------------------|----------------|-----|-----------|---------------------------------|--------------------|
|                     | Monthly Income | N   | Mean Rank | Test Statistics                 |                    |
| Sugar Consumption   | 0-499 TL       | 28  | 168.04    | Chi square<br>df.<br>Asymp.Sig. | 4.416<br>3<br>.220 |
|                     | 500-999 TL     | 113 | 151.77    |                                 |                    |
|                     | 1000-1499 TL   | 127 | 151.46    |                                 |                    |
|                     | 1500-1999 TL   | 31  | 143.41    |                                 |                    |
|                     | Total          | 299 |           |                                 |                    |

As a result of the Kruskal Wallis test, it was found out that there was no difference between the average "monthly income" and "sugar consumption" (Asymp sig: 0.220 > 0.05). When Table 6 was analysed, it was concluded that students who had the lowest monthly income (0-499) had a higher sensitivity to sugar consumption than the other income groups.

## **Conclusions**

This study aimed to determine the knowledge levels of sugar consumption tendency and the knowledge levels of students at Tekirdağ Namık Kemal University Faculty of Agriculture.

According to the findings obtained from this study it was determined that the majority of the students consumed sugar every day and usually consumed it as crystal sugar. When the average monthly consumption of sugar was taken into consideration, it was found out that 24.5% of the students had a consumption of sugar as 1-2 kg, 22% of them had it as 500-1000 gr, 20.2% of the students had it as 100-500 gr, 15.8% of them had it as 2-4 kg, 11.5% of them had it as 4-6 kg, and 5.9% of the students consumed sugar in other quantities. According to the figures determined by WHO, sugar consumption should not exceed 25 gr. This indicates that the maximum monthly sugar consumption should be 750gr. From this point of view, it was found out that more than half of the students consume less than the above mentioned amount. It was concluded that students are sensitive and conscious about this issue.

60.5% of the students stated that using sweetener instead of sugar was harmful to health, and 39.5% stated that it was not. They emphasized that the sugar, which students consume, should be obtained from sugar beets, because they stated that it is extremely important for health.

Approximately 70% of the students stated that the sugar prices were normal, and 96% of them said they did not know about the overseas sugar prices.

A large majority of students stated that they heard about starch based sugar (SBS) but did not know where it was used. They also stated that they heard that starch-based sugar is harmful to health and that therefore about 85% of them prefer not to use starch-based sugar.

35.7% of the students stated that they were paying attention to quality when purchasing sugar, 30.1% to brand, 25.8% to its price, 5.9% to the expiry date and 2.5% to packaging. For the students, quality and brand of sugar were important. Sugar prices did not affect students' consumption any less. While 62% of the students stated that the price did not affect their sugar consumption, 48% of them stated that it did. It was found out that more than half of the students used sugar within their tea.

It was found out that 85.7% of the students paid attention to the production date of sugar products, 51.9% paid attention to the expiry date, 57.5% read the "Contents" section of the sugar products, 77.6% of them stated that the "producing Company" was important for them, 57.1% stated that they applied to "Consumer Rights" when they had a problem with sugar products. Within this context, it is obvious that students are sensitive and conscious about these issues.

Nearly 70% of the students stated that sugar factories should not be privatized. The reasons for that were the increase in the price of sugar, decrease in the production of sugar beet, the increase in SBS sector, and the suffer beet producers will face.

Approximately 90% of the students stated that sugar beet producers should be given premiums and sugar beet production should be subsidised. Approximately 95% of the students stated that the companies should increase their sugar qualities and that state support should absolutely be given.

As a result of "Friedman Test", which was made to test whether there is a meaningful difference between the factors affecting students' sugar consumption; it was striking that among the factors that effected students' sugar consumption were food safety, quality of sugar, brand of sugar, sugar beet being the source of sugar.

The relationship between students' sugar consumption and their monthly incomes was subjected to statistical analysis. For the students in the low income group, it was statistically determined that the effective factor was the price.

In conclusion, it was determined that university students were conscious about the consumption of sugar, agreed on the consumption of sugar produced from sugar beet and it was also determined that they knew that starch-based sugar is harmful to health, but only 66% of them had knowledge about the area of use of SBS. The reduction of SBS consumption has a strategic importance in terms of protecting the health of the students. Therefore, it is necessary to increase the level of knowledge and awareness of students about beet sugar, SBS consumption and its effects through visual media and written sources. In terms of health and nutrition of the community, measures should be taken to reduce the SBS quota. In addition, consumed products must include expressions such as "contains glucose syrup" or "produced from sugar beet".

Increasing the awareness of university students on healthy nutrition and especially sugar consumption is very important. There are few studies have being done on sugar consumption for students in universities. For this reason, this study will illuminate to the researches conducted in other universities. Researchs and projects being done on this subject should be supported.

## References

- Çakır, M., Çakır, F. Usta, G. 2010. Üniversite Öğrencilerinin Tüketim Tercihlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, Cilt 2, Sayı 2, ISSN: 1309 -8039
- Işkın, M., Sarıuşık, M. 2017. Öğrencilerin Besin Tüketim Alışkanlıkları Üzerine Bir Araştırma. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, Cilt: 1, Sayı:1, ss: 33-42
- Joo, N. Kim S:K. Yoon, J. 2017. High School Students' Sugar Intake Behaviors and Consumption of Sugary Processed Food Based on the Level of Sugar-related Nutrition Knowledge in Seoul Area. *Korean J Community Nutr.* 2017 Feb;22(1):1-12
- Kayapınar, F.Ç, Özdemir, İ. 2016. Öğrencilerin Enerji İçeceği Tüketim Bilincinin ve Alışkanlıklarının Araştırılmasında Bir Meslek Yüksekokulu Örneği. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, Cilt 15, Sayı 1. Ankara
- Konyalı, S. 2017. Trakya Bölgesinde Şeker ve Şekerpancarı Üretiminde Mevcut Durum, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. *Uluslararası Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Konferans Serisi*, Edirne
- McClave, J.T and Sincich, T. 2009. *Statistics*, 11th Edition. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall
- Salkind, N.J. 2010. Proportional Sampling. *Encyclopedia of Research Design*
- Soylu, M. Silici, S. 2018. Üniversite Öğrencilerinin Bal Tüketim Tercihleri. *International Journal Of Human Sciences*, Volume: 15, Issue: 1
- Tarakçı, Z. Selçuk, Ş. Şahin, K. Coşkun, H. 2003. Üniversite Öğrencilerinin İçme Sütü Tüketim Alışkanlıkları Üzerine Bir Araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 13(1): 15-21
- Tatlıdil, H. 2002. *Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz*, Akademi Matbaası, 167s, Ankara.
- Warner, R.S. Ha, M.A. 2017. University Students' Knowledge, Consumption Patterns and Health Perceptions of Sugar Sweetened Beverages (SSB), *EC Nutrition*, 11.6, p:223-232.



## Çilekte *Rhizoctonia* Kök Çürüklüğü (*Rhizoctonia solani*)'ne Karşı Bazı Bitki Aktivatörlerinin Etkileri

The Effects Of Some Plant Activators Against *Rhizoctonia* Root Rot (*Rhizoctonia solani*) On Strawberry

Mustafa AYSAN<sup>1</sup>, Selda KOZAK ÖZDEMİR<sup>1</sup>, Ali ERKILIÇ<sup>1\*</sup>

### Öz

Çilekte *Rhizoctonia solani*'nin neden olduğu siyah kök çürüklüğü hastalığına karşı kök ve yapraktan uygulanan bitki aktivatörlerinin (Salisilik asit, Acibenzolar S-Methyl, Messenger, ISR 2000, Crop Set ve Fosetyl-Al) etkisi in vitro ve in vivo denemeleriyle araştırılmıştır. Bitki aktivatörlerinin *Rhizoctonia solani*'nin miseliyal gelişimine olan etkileri incelendiğinde, Salisilik Asit ve Fosetyl-Al 700 µg/ml'nin üzerindeki konsantrasyonlarda patojen gelişimini baskımlarken diğer bitki aktivatörleri patojene herhangi bir etkide bulunmamıştır. Bitki aktivatörlerinden Salisilik asit, Acibenzolar S-Methyl ve Fosetyl-Al kök daldırma uygulamasında hastalığı %47-65 arasında baskımlarken, yeşil aksama uygulamasında, Messenger ve Fosetyl-Al hastalığı %59-64 arasında baskımlamıştır. Hem kök daldırma hem de yeşil aksam uygulamasında Aliette uygulaması başarılı bulunmuştur. Sonuçta, çilekte *Rhizoctonia solani*'nin neden olduğu kök çürüklüğü hastalığının entegre mücadelesinde bitki aktivatörlerinin kullanılabileceği bu çalışmayla gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çilek, *Rhizoctonia solani*, Bitki aktivatörleri ve Fosetyl-Al

### Abstract

The effect of plant activators (Salicylic Acid, Acibenzolar S-Methyl, Messenger, ISR 2000, Crop Set, and Fosetyl-Al) applied to root and leaf was investigated in petri and the greenhouse pot experiments against the black root rot disease caused by *Rhizoctonia solani* on strawberry. As a result of in vitro studies, Salicylic Acid and Fosetyl-Al up to 700 µg/ml concentration reduced the mycelial development of *Rhizoctonia solani*, but other plant activators have had no effect on mycelial development of the pathogen. The disease was suppressed between a 47% and 65% ratio by the root dipping application of plant activators Salicylic Acid, Acibenzolar S-Methyl, and Fosetyl-Al. Otherwise, the disease was reduced by a 59% and 65% ratio by foliar applications of Messenger, and Fosetyl-Al. The best plant activator is Fosetyl-Al for foliar and root dipping applications. Finally, it has been proved the efficiency of the use of plant activators at the integrated management of black root rot disease caused by *Rhizoctonia solani* on strawberry.

**Keywords:** Strawberry, *Rhizoctonia solani*, Plant activators, and Fosetyl-Al

<sup>1</sup>Mustafa Aysan, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, E-mail: mustafaaysan83@gmail.com  
OrCID: 0000-0002-4262-866X

<sup>1</sup>Selda Kozak Özdemir, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, E-mail: kozakselda@gmail.com  
OrCID: 0000-0002-0126-0969

<sup>1\*</sup>**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Ali Erkılıç, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana, E-mail: erkilic@cu.edu.tr  
OrCID: 0000-0003-0159-2039

**Atıf/Citation:** Aysan, M., Kozak Özdemir, S., Erkılıç, Ö. Çilekte *Rhizoctonia* kök çürüklüğü (*Rhizoctonia solani*)'ne karşı bazı bitki aktivatörlerinin etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 173-180.

## Extendend Summary

*Rhizoctonia solani*, a fungal agent of soil borne, causes black root rot disease in strawberry. This disease causes serious problems in strawberry production areas in our country. In this study, the effect of plant activators (Salicylic acid, Acibenzolar S-Methyl, Messenger, ISR 2000, Crop Set and Fosetyl-AI) applied to root and foliar against black root rot disease in strawberry was investigated in in vitro and in vivo. Tolclophos methyl fungicide was used as a control in the study.

The effect of 10 different concentrations of 0-1000 µg/ml of plant activators on the mycelial growth of *Rhizoctonia solani* in PDA medium was investigated. Messenger and Crop-Set did not make a difference even at a concentration of 1000 µg/ml to the mycelial development of *Rhizoctonia solani*. ISR-2000 encouraged mycelial development compared to control. SA was not a significant association between increased concentrations, it decreased mycelial development compared to control. SA and Fosetyl-AI decreased mycelial development of *Rhizoctonia solani* due to increased doses; SA 700 µg/ml, Fosetyl-AI 800 µg/ml concentrations are completely prevented pathogen development. Tolchlophos-methyl, which is used as a comparison application, is different from plant activators and has fungicidal properties and therefore the effect is directly on the fungus. Therefore, it has a significant impact on fungal development in vitro. Tolchlophos-methyl 's 5 µg/ml concentration completely blocked to mycelial development pathogen.

The effects of plant activators on *Rhizoctonia solani* were tested in 2 different ways as root dipping and green spraying in the commonly grown Rubygem cultivar. In addition, two morphologically distinct isolates (isolate-1 and isolate-3) of *Rhizoctonia solani* were used in the study. In the root dipping application, SA, ASM, Fosetyl- AI and Tolchlophos methyl showed the best results in the experiment with isolate 1. The effectiveness of these applications ranged from 47.1 to 64.7%. Fosetyl- AI, Tolchlophos methyl, SA, Messenger and Crop-Set showed the best results in the experiment with isolate 3. The effectiveness of these application was 56.4-64.1%. In green spray application, Messenger and Fosetyl- AI have been more effective applications compared to others in both trials with Isolate 1 and Isolate 3. These applications prevented the disease by 50.0% and 44.1% for isolate 1, whereas the rate of inhibition was 59.0% and 64.1% in isolate 3. Fosetyl- AI was found to be the most successful application in both root dipping and green parts.

In conclusion, it was found in this study that plant activators can be used in the integrated management of root rot disease caused by *Rhizoctonia solani* in strawberry.

Dünya’da, çilekte fungal hastalıklar, üretim bölgelerinde önemli ölçüde ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu hastalıklar, çilek yetiştiriciliği yapılan alanlarda yetiştirme dönemi boyunca bitkilerin tüm organlarında hastalık yaparak Dünya’da, önemli ölçüde ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bitkileri fide döneminde enfekte ederek, erken dönemde ölüme neden olmakta, veya çiçeklenme döneminde çiçekleri hastalandırarak çiçeklerin kurumasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da bitkinin önemli oranda meyve tutumunu engellemekte, diğer bir kısmı da bitkilerde sistemik enfeksiyona neden olarak bitkilerde gelişme geriliğine, solgunluğa ve bitkinin tamamen ölümüne sebep olmaktadır. Bu tip enfeksiyonların pek çoğunda hasta bitkinin tüm organları hastalık etmeniyle tohum/ toprak yoluyla bulaşmaktadır (Ünlü ve Boyraz, 2010). Pazar ve marketlerde tüketime sunulan meyvelerde de hastalıklardan dolayı kalite kayıplarına sıkça rastlamak mümkündür. Bu bozulmaların büyük bir kısmından sorumlu olan mikroorganizmaların pek çoğu fungal kökenli olmaktadır.

Çilek veriminde önemli ekonomik kayıpların nedeni olan siyah kök çürüklüğü hastalığı farklı fungal etmenlerin neden olduğu kompleks bir hastalıktır (Wing ve ark., 1994). Siyah kök çürüklüğü hastalığına sebep olan patojenler arasında *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Cylindrocarpon* sp., *Verticillium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus* spp. bulunmaktadır. Bu hastalığa neden olan etmenlerin fide ve tarla üretim sistemlerine bulaşık materyal ile girdiği bilinmektedir (Abad ve ark., 2002; Martin, 2000). *Rhizoctonia fragariae* (Husain ve McKeen, 1963) ve *Rhizoctonia solani* Kühn (Leandro ve ark., 2004; Ferguson ve ark., 2002) çilek bitkilerinde siyah kök çürüklüğü hastalık etmenleridir.. Hastalık belirtileri çileğin meyve, taç, kök, yaprak ve çiçek tomurcuklarında görülmekte ve çilek üretiminde ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Yürüten ve ark., (1986) kök çürüklüğü hastalığının Akdeniz Bölgesinde çileklerde önemli sorunlara yol açtığını, hastalık nedeniyle %40-60 oranında bitkinin öldüğünü bildirmiştir.

Uzun yıllardan beri bitki hastalıklarıyla sürdürülen kimyasal mücadele sonucu ortaya çıkan ciddi sorunlardan dolayı, özellikle gelişmiş ülkelerde başlayan, kimyasal mücadeleye alternatif yöntemlerin araştırılma çabasına girişilmiştir. Çilekte olduğu gibi pek çok üründe yoğun pestisit kullanılması sonucu doğal denge tahrip olmuş, çevre ve insan sağlığını tehdit eder duruma gelmiştir (Delen ve Özbek, 1993; Delen ve Tosun, 1997). Yaşanan olumsuzlukların en aza indirilmesinde kimyasal mücadele yöntemlerine alternatif dayanıklılık teşvik edici ürünlerin kullanımı popüler olmuştur. Bu ürünlerden biri olan bitki aktivatörleri bitkinin doğal savunma mekanizmasını uyarak bitki hastalıklarına karşı pratik bir mücadele olanağı sağlamaktadır.

Bitki aktivatörleri, bitkilerin sistemik kazanılmış dayanıklılık (SAR) ve uyarılmış sistemik dayanıklılık (ISR) mekanizmalarıyla hastalıklara karşı dayanıklılık göstermelerini sağlamaktadır. SAR mekanizmasında; patojen, bitkiyi hormon (salisilik asit ve jasmonik asit) ve PR proteini üretmesi için; ISR mekanizmasında ise patojen olmayan bir uyarıcı, bitkiyi patojenleri etkisiz hale getirmek için fitoaleksinin, bitki hücre güçlendiricileri vs. üretimi konusunda uyarmaktadır (Sequeira, 1983).

Bu çalışmada, çilekte toprak kökenli patojenlerden *Rhizoctonia solani*’nin neden olduğu siyah kök çürüklüğü hastalığına karşı bitki aktivatörü ve organik/inorganik gübrelerin etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bitkilerin hastalıklara karşı dayanıklılığını uyaran, yedi adet bitki aktivatörünün etkileri, *in vitro* ve *in vivo*’da araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### *In vitro* Testler

Dayanıklılığı teşvik edici bitki aktivatörleri ile yürütülen çalışmada, Salisilik asit (SA), Acibenzolar S-Methyl (ASM), Messenger (M), *Lactobasillus acidophilus* fermantasyon ürünü ISR 2000 (ISR) ve Crop Set (CS) ile Fosetyl-Al (FA) kullanılmıştır. Ayrıca *R. solani* mücadelesinde yaygın kullanımı olan Tolclophos methyl (TM) fungusiti karşılaştırma amacıyla denemede yer almıştır. Bu kimyasalların PDA besi ortamında *Rhizoctonia solani*’nin miselyal gelişimine olan etkilerini belirlemek amacıyla 100-1000 µg/ml arasındaki konsantrasyonları denenmiştir. Bu amaçla, cam tüplerin her birine 10 ml PDA ortamı hazırlanarak otoklav edilmiş ve sterilizasyon işlemi bittiğinde bu tüpler 50°C’deki su banyosu içerisine yerleştirilmiştir. Diğer yandan steril su içerisinde, denemelerde kullanılmış olan aktivatörlerin stok solüsyonları hazırlanmıştır. Daha sonra su banyosunda sıcaklığı 50°C’ye inmiş olan deney tüplerindeki PDA ortamlarına stok solüsyonlarından 100-1000 µg/ml arasındaki konsantrasyonlarda kimyasallar bulunacak şekilde, otomatik mikropipetlerle çekilerek injekte edilmiş ve bu tüplerdeki ortamlar tüp çalkalayıcı ile homojenize edilerek 9 cm’lik steril Petri kaplarına dökülmüştür.

Petrilerdeki ortamların katılaşmasının ardından *R. solani*’nin PDA ortamında geliştirilmiş 4-5 günlük taze kültürlerinden alınan 6 mm’lik diskler kimyasal eklenmiş ortamlara ekilmiştir. Bu Petriler 24°C’de karanlık ortamda inkube edilmiş, 5 gün sonra gelişen kolonilerin çapları ölçülerek kaydedilmiştir.

## In Vivo Testler

### Kök Daldırma Uygulamaları

Fide ilaçlamaları, denemelerde kullanılmış bitki aktivatörlerinin sulu süspansiyonları ve bu süspansiyonlara fidelerin daldırılması şeklinde yapılmıştır. Bu çalışmada kök infeksiyonları ile *Rhizoctonia solani*'ye karşı duyarlılıkları belirlenmiş ve yaygın yetiştiriciliği yapılan Rubygem çeşidi kullanılmıştır. Aynı zamanda dayanıklılığı teşvik edici kimyasalların bazı ürünlerde ruhsatlı kullanım dozları göz önüne alınarak belirlenen dozları kullanılmıştır (Çizelge 1). Bunun için kimyasalların bu dozları plastik beherler içerisinde hazırlanmış ve çilek fideleri 1 dakika süreyle bu süspansiyona daldırılmıştır. Daha sonra, içerisinde 1:1 oranında tarla toprağı-kum karışımı bulunan 10 cm çaplı plastik saksılara yarıya kadar bu karışım doldurulmuş, daha sonra kökleri kesilerek dikime hazır hale getirilen çilek fideleri, her saksıya 1 fide olacak şekilde dikilmiştir.

Çizelge 1. Saksı Çalışmalarında Kullanılan Bitki Aktivatörlerinin Kullanım Dozları

Table 1. Dose of Plant Activators Used in Pot Application

| Uygulama Şekli ve Dozu | Daldırma<br>(100 l su) | Yeşil Aksam Püskürtme<br>(100 l su) |
|------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| SA                     | 100 g                  | 100 g                               |
| ASM                    | 50 g                   | 50 g                                |
| Messenger              | 10 g                   | 10 g                                |
| Fosetyl-Al             | 200 g                  | 200 g                               |
| ISR                    | 100 ml                 | 100 ml                              |
| Crop Set               | 200 ml                 | 200 ml                              |
| Tolclophos Methyl      | 400 g                  | 400 g                               |

Fidelerin dikim çukuruna, dikimle birlikte *Rhizoctonia solani*'nin 5 haftalık kum-mısır unu (%96 kum-%4 mısır unu-%20 su v/w) kültüründen her saksıya, patojenite testi ile belirlenmiş olan, 10g inokulum uygulanmıştır (Biçici ve Erkiç, 1986). Kontrol saksılardaki fideler sadece suya daldırılarak ve *Rhizoctonia solani*'nin aynı miktar inokulumu uygulanmıştır. Bu çalışmada patojenin 2 farklı izolatu kullanılmıştır. Bu şekilde hazırlanan saksılar sera koşullarında yerleştirilmiş ve dikimden 4-8 hafta sonra saksılardan bitkiler sökülerek, bitkilerin kökleri incelenerek infekteli kök oranı belirlenmiştir. Denemenin her bir uygulamasında 5 tekrür ve her bir tekrürde 2 saksı kullanılmıştır.

İnfekteli kök oranını belirlemek için her bitkinin kökleri infekteli ve sağlam olarak sayılmıştır. Kök infeksiyonlarının şiddetini değerlendirmek için görsel bir skala geliştirilmiştir (Çizelge 2). Hastalık şiddeti değerlendirmesi Townsend-Heuberger; % etki değerlendirmesi ise Abbot formülüne göre yapılmıştır (Townsend and Heuberger, 1973; Abbot, 1925).

Çizelge 2. Hastalık Değerlendirme Skalası

Table 2. Disease Evaluation Scale

| Görsel İnfekteli Kök Oranı | Skala Değeri |
|----------------------------|--------------|
| 0                          | 0            |
| İz miktar                  | 1            |
| 1/4'ü                      | 2            |
| 1/2'si                     | 3            |
| 3/4'ü                      | 4            |
| 3/4'den fazla              | 5            |

### Yeşil Aksam Uygulamaları

Çalışmanın bu bölümünde bitki aktivatörlerinin *Rhizoctonia solani*'nin çilek bitkilerinde hastalık oluşturmaları üzerine etkileri, yeşil aksam ilaçlamaları ile belirlenmiştir. Bu amaçla önce içerisinde 1:1 oranında tarla toprağı-

kum karışımı bulunan 10 cm çaplı plastik saksılara yarıya kadar bu karışım doldurulmuş, daha sonra kökleri kesilerek dikime hazır hale getirilen çilek fideleri, her saksıya 1 fide olacak şekilde dikilmiştir. Fidelerin dikim çukuruna, dikimiyle birlikte *Rhizoctonia solani*'nin 5 haftalık kum-mısır unu (%96 kum-%4 mısır unu-%20 su v/w) kültüründen her saksıya 10g inokulum uygulanmıştır. Bu şekilde hazırlanan bitkiler sera koşullarında tutulmuştur. Bitkilerde yeni yaprak oluşumu başladığında, dayanıklılık teşvik edicilerin farklı konsantrasyonları, bitkilere yeşil aksama püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Bitkilere 1 hafta kadar sonra tekrar aynı dozlarda kimyasal uygulamaları yapılmıştır. Kontrol saksılardaki bitkilerin yeşil aksamına sadece su pulverize edilmiştir. Dikimden 4-8 hafta sonra saksılardan bitkiler sökülerek, bitkilerin kökleri incelenerek infekteli kök oranı belirlenmiştir. Denemenin her bir uygulamasında 5 tekerrür ve her bir tekerrürde 2 saksı kullanılmıştır.

### İstatistik Analiz

*In vitro* ve *in vivo* denemeler sonucunda elde edilen değerler üzerinden uygulamaların birbirlerinden farklılığı varyans analizi ve ortalamalar arasındaki farklılıklar ise LSD (0.05) çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır.

### Bulgular

#### Bitki Aktivatörlerinin *In vitro*'da *Rhizoctonia solani*'nin Miseliyal Gelişmesi Üzerine Etkileri

Bitki aktivatörlerinin *in vitro*'da *Rhizoctonia solani*'nin miseliyal gelişmesi üzerine etkileri 100-1000 µg/ml arasında 10 farklı konsantrasyonda test edilmiştir. Kontrol Petrilerde ortama herhangi bir kimyasal ilave edilmezken, karşılaştırma amaçlı kullanılan tolchlophos methyl 1 µg/ml konsantrasyona kadar kullanılmıştır. Çalışmada, Messenger ve Crop-Set *Rhizoctonia solani*'nin miseliyal gelişmesinde kontrole göre 1000 µg/ml konsantrasyonda bile bir farklılık yaratmazken, Isr-2000'de kontrole göre miseliyal gelişme az da olsa teşvik edilmiştir (Çizelge 3). ASM'de artan konsantrasyonlar arasında önemli bir ilişki olmasa da kontrole göre miseliyal gelişme azaltılmıştır. SA ve Fosetyl-Al ise artan dozlara bağlı olarak *Rhizoctonia solani*'nin miseliyal gelişmesini azaltmış, SA'da 700 µg/ml, Fosetyl- Al'de ise 800 µg/ml konsantrasyonda patojen gelişmesi tamamen engellenmiştir.

Çizelge 3. Kimyasalların Farklı Konsantrasyonlarının *Rhizoctonia solani*'nin Miseliyal Gelişmesine Etkileri (Koloni çapı-mm)

Table 3. The Effects of Different Concentrations of Chemicals on the Development of *Rhizoctonia solani* (Colony diameter-mm)

| Konsantrasyon | ASM      | SA     | M      | CS     | ISR    | FA     | TM     |
|---------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 µg/ml       | 66,4 e*  | 66,4 d | 66,4 a | 66,4 a | 66,4 a | 66,4 f | 66,4 b |
| 100 µg/ml     | 42,7 bc  | 49,2 c | 68,5 a | 65,6 a | 72,7 b | 44,5 e | 0 a**  |
| 200 µg/ml     | 45,9 d   | 32,3 b | 66,2 a | 68,9 a | 71,0 b | 32,9 d | 0 a    |
| 300 µg/ml     | 44,6 cd  | 25,0 b | 65,0 a | 65,1 a | 72,5 b | 28,5 d | 0 a    |
| 400 µg/ml     | 41,4 b   | 20,4 b | 63,0 a | 69,5 a | 72,4 b | 23,2 c | 0 a    |
| 500 µg/ml     | 37,3 a   | 5,2 a  | 69,2 a | 71,9 a | 70,9 b | 14,8 b | 0 a    |
| 600 µg/ml     | 43,9 bcd | 4,4 a  | 70,9 a | 67,6 a | 70,4 b | 4,5 a  | 0 a    |
| 700 µg/ml     | 42,8 bc  | 0 a    | 74,0 a | 59,2 a | 71,6 b | 2,3 a  | 0 a    |
| 800 µg/ml     | 41,5 b   | 0 a    | 71,0 a | 67,8 a | 73,7 b | 0 a    | 0 a    |
| 900 µg/ml     | 43,1 bcd | 1,1 a  | 72,9 a | 68,9 a | 74,0 b | 0 a    | 0 a    |
| 1000 µg/ml    | 42,1 bc  | 0 a    | 71,5 a | 68,9 a | 71,8 b | 0 a    | 0 a    |

Karşılaştırma uygulaması olarak denemede yer alan Tolchlophos-methyl, *Rhizoctonia* türlerinin neden olduğu hastalıklara karşı ruhsatlı olarak kullanılmaktadır. Tolchlophos methyl'in 100 µg/ml konsantrasyonunda miseliyal gelişme tamamen engellenmiştir. Bunun üzerine miseliyal gelişmenin engellendiği minimum konsantrasyonu görebilmek için 1-100 µg/ml arası konsantrasyonlar denenmiş ve miseliyal gelişmenin 5 µg/ml konsantrasyonda tamamen engellendiği görülmüştür.

#### Bitki Aktivatörlerinin *Rhizoctonia solani*'nin Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri

Bitki aktivatörlerinin *Rhizoctonia solani*'nin çilek bitkilerinde hastalık oluşturması üzerine etkileri, yaygın yetiştiriciliği yapılan Rubygem çeşidinde kök daldırma ve yeşil aksam püskürtme olarak 2 farklı şekilde denenmiştir.

Çalışmada kullanılan *R. solani*'nin iki izolatu da kontrol uygulamada birbirlerine yakın değer göstermiş ve hastalık şiddeti izolat 1'de %56.7, izolat 3'de ise %65 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4). İzolat 1 kullanılarak yürütülen kök daldırma çalışmasında SA, ASM, Fosetyl-Al ve Tolchlophos methyl en iyi ve istatistiksel olarak

benzer sonucu vermiştir. Bu uygulamalarda hastalık şiddeti %20.0 ile 30.0 arasında değişirken, uygulamaların Abbott'a göre etkinliği %47,1 ile 64,7 arasında değişmiştir. İzolat 3 ile yürütülen denemede ise Fosetyl-Al, Tolchlophos methyl ve SA yine en iyi sonucu verenler olurken, Messenger ve Crop-Set de bu gruba dahil olmuştur. Bu uygulamalarda hastalık şiddeti %23,3 ile 28,3 arasında değişirken, uygulamaların etkinliği % 56.4-64.1 arasında gerçekleşmiştir. İzolat 3'de Messenger ve Crop-Set infeksiyonları azaltmak adına daha iyi bir performans sergilerken, diğer uygulamalar her iki izolatta da benzer olmuştur.

*Çizelge 4. Kimyasalların Kök Daldırma Uygulamalarının Rhizoctonia solani'nin Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri*

*Table 4. The Effects of Root Dipping Applications on the Disease of Rhizoctonia solani*

| İzolot No          | İzolot 1 |                      |        | İzolot 3             |        |      |
|--------------------|----------|----------------------|--------|----------------------|--------|------|
|                    | Uygulama | Hastalık Şiddeti (%) | % Etki | Hastalık Şiddeti (%) | % Etki |      |
| SA                 | 23,3     | a                    | 58,8   | 28,3                 | ab     | 56,4 |
| ASM                | 30,0     | a                    | 47,1   | 38,3                 | bc     | 41,0 |
| Messenger          | 43,3     | b                    | 23,5   | 25,0                 | a      | 61,5 |
| Fosetyl-Al         | 20,0     | a                    | 64,7   | 23,3                 | a      | 64,1 |
| ISR-2000           | 45,0     | b                    | 20,6   | 43,3                 | c      | 33,3 |
| Crop-Set           | 50,0     | bc                   | 11,8   | 26,7                 | a      | 59,0 |
| Tolchlophos methyl | 30,0     | a                    | 47,1   | 25,0                 | a      | 61,5 |
| Kontrol            | 56,7     | c                    |        | 65,0                 | d      |      |

Yeşil aksam püskürtme uygulamasında hem İzolat 1, hem de İzolat 3 ile yürütülen çalışmalarda Messenger ve Fosetyl-Al diğerlerine göre daha etkili olarak tespit edilirken, Crop-set ise daha düşük etkide tespit edilmiştir (Çizelge 5). Messenger ve Fosetyl-Al uygulamalarında hastalık şiddeti İzolat 1 için %28.3 ve 31.7 olurken, bu uygulamaların hastalığı engelleme oranı % 50.0 ve 44.1 olarak belirlenmiştir. İzolat 3'de hastalık şiddeti biraz daha düşük olmuş (Messenger %26.7, Fosetyl-Al %23.3) ve sırasıyla her iki uygulamanın infeksiyonları engelleme oranı %59.0 ve 64.1 olarak bulunmuştur. Yine kimyasalların yeşil aksama uygulanmasında karşılaştırma amacıyla denemeye alınan Tolchlophos methyl'in de etkisi daldırma uygulamasından daha az olmuştur.

*Çizelge 5. Kimyasalların Yeşil Aksam Püskürtme Uygulamalarının Rhizoctonia solani'nin Hastalık Oluşturması Üzerine Etkileri*

*Table 5. The Effects of Spray Applications of Chemicals on Rhizoctonia solani Disease*

| İzolot No          | İzolot 1 |                      |        | İzolot 3             |        |      |
|--------------------|----------|----------------------|--------|----------------------|--------|------|
|                    | Uygulama | Hastalık Şiddeti (%) | % Etki | Hastalık Şiddeti (%) | % Etki |      |
| SA                 | 36,7     | ab                   | 35,3   | 41,7                 | b      | 35,9 |
| ASM                | 36,7     | ab                   | 35,3   | 41,7                 | b      | 35,9 |
| Messenger          | 28,3     | a                    | 50,0   | 26,7                 | a      | 59,0 |
| Fosetyl-Al         | 31,7     | a                    | 44,1   | 23,3                 | a      | 64,1 |
| ISR-2000           | 46,7     | bc                   | 17,6   | 48,3                 | bc     | 25,6 |
| Crop-Set           | 51,7     | c                    | 8,8    | 55,0                 | cd     | 15,4 |
| Tolchlophos methyl | 40,0     | b                    | 29,4   | 38,3                 | b      | 41,0 |
| Kontrol            | 56,7     | c                    |        | 65,0                 | d      |      |

## Tartışma

Bitki aktivatörlerinin *in vitro*'da etkisi incelendiğinde SA ve Fosetyl-Al artan dozlara bağlı olarak *Rhizoctonia solani*'nin miseliyal gelişmesini azaltmış, SA'da 700 µg/ml, Fosetyl-Al'de ise 800 µg/ml konsantrasyonda patojen gelişmesi tamamen engellenmiştir Tolchlophos methyl'de ise 100 µg/ml konsantrasyonunda miseliyal gelişme tamamen engellenmiştir.

Çalışmanın *in vivo* kısmında yapılan kök daldırma uygulamasında, izolat 1 ile yürütülen denemede SA, ASM, Fosetyl-Al ve Tolchlophos methyl en iyi sonucu vermiştir. Bu uygulamaların etkinliği %47,1 ila 64,7 arasında değişmiştir. İzolat 3 ile yürütülen denemede Fosetyl-Al, Tolchlophos methyl ve SA yine en iyi sonucu verenler olurken, Messenger ve Crop-Set de bu gruba dahil olmuştur. Bu uygulamaların etkinliği % 56.4-64.1 arasında gerçekleşmiştir. Yeşil aksama püskürtme uygulamasında, hem İzolat 1, hem de İzolat 3'ile yürütülen çalışmalarda Messenger ve Fosetyl-Al diğerlerine göre daha etkili uygulamalar olmuştur. İzolat 1'de bu uygulamalar hastalığı % 50.0 ve 44.1 oranında engellerken İzolat 3'te engelleme oranı %59.0 ve 64.1 olarak bulunmuştur.

Bitki aktivatörlerinin *in vitro*'da fungusların miseliyal gelişmesine önemli etkilerinin olmadığı pek çok çalışmada gösterilmiştir (Lucon ve.ark., 2010; Galdeano ve.ark., 2010, Şahbaz ve Akgül, 2016). Hatta bu aktivatörlerin bazılarının protein yapısında bileşikler içermesi nedeniyle, fungusa besin teşkil etmesi olasılığı bile bulunmaktadır. Bitki aktivatörlerinin patojenler üzerine etkisi dolaylı yoldan olmaktadır. Bunlar bitkide dayanıklılık mekanizmasını uyarmakta ve bu yolla fitoaleksinlerin oluşumu sitümüle etmektedirler. Ayrıca bitkinin ürettiği fitoaleksinler ve fenol yapısındaki diğer bazı maddeler patojen infeksiyonuna karşı koyarak patojen gelişmesini engellemektedirler. (Koç ve Üstün 2008).

Şahbaz ve Akgül (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, *in vitro*'da *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* ve *Verticillium dahliae* üzerinde Fosetyl-Al, ASM ve ISR 2000 kimyasallarının herhangi bir etkisi görülmezken, *in vivo*'da % 20- 66,3 oranlarında hastalığı azaltıcı etkisi ölçülmüştür. Bitki aktivatörleri kullanılarak yapılan başka bir çalışmada, *in vivo* koşullarda, çilekte *Rhizoctonia solani* üzerinde ASM (Bion 50)'nin Tolchlophos methyl ile aynı etkiyi gösterdiği ve patojen üzerinde çok etkili olduğu bildirilmiştir (El-Fiki ve ark., 2007).

Günümüzde, pestisit kullanımının azaltılması ve alternatif mücadele yöntemlerinin değerlendirilmesi konuları ile ilgili araştırmalar devam etmektedir. Yapılan bu çalışma ile çilekte *Rhizoctonia solani*'nin neden olduğu kök çürüklüğü hastalığının entegre mücadelesinde, bitki aktivatörlerinin kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

## Kaynaklar

- Abad, Z. G., Louws, F. J., Fernandez, G. E., Ferguson, L.M. 2002. Predominance and pathogenicity of fungi and stramenopiles associated with black root rot of strawberries. *Phytopathology* 92S1.(Abstr.).
- Abbott, W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal Economy Entomol.* 18:265-267.
- Biçici, M. ve Erkiç, A., 1986. Patateste siyah kabukluluk ve gövde kanseri yapan *Rhizoctonia solani* Kühn'nin integrale kontrolü. *Doğa Tr. Tar. Or. Der.* 10(2), 149-173.
- Delen, N. ve Özbek, T. 1993. Pestisitlerin çevre kirlenmesindeki rolleri. I. Ulusal Ekolojik ve Çevre Kongresi, 5-7 Ekim, İzmir.
- Delen, N. ve Tosun, N. 1997. Türkiye'de pestisit kullanımının toksikolojik değerlendirilmesi. II. Ulusal
- El-Fiki, A. I. I., El-Habaa, G., Flaifel, S. M. A., Hafez, M. A., Abdel-Ghany, R. E. A. 2007. Response of strawberry plants to some abiotic inducers under stress of some root rot pathogens. *Annual Agriculture Science, Moshtohor*, 45(4), 1407-1417.
- Ferguson, L.M., Louws, F.J., Fernandez, G.E., Brannen, P.M., Poling, E.B., Sydorovych, O.B., Safley, C.D., Monks, D.W., Vanesbroeck, Z. Pestic., Sanders, D.C., Smith, J.P. 2002. Chemical and biological alternatives to methyl bromide for strawberry in the southeastern U.S. *Proc.of the Int. Res. Conf.on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reduction*, 103/1-103/4.
- Galdeno, D. M., Guzzo, S. D., Patricio, F. R. A., Harakava, R. 2010. Protection of coffee plants against Brown eye spot by acibenzolar-S-methyl and harpin protein. *Pesq. Agropec bras., Brasilia*, Vol. 5(7);686-692.
- Husain, S.S. and McKeen, W.E. 1963. *Rhizoctonia fragariae* in relation to Strawberry degeneration in Southwestern Ontario. *Phytopathology*, 53(5); 532-540.
- Koç, E. ve Üstün, A. S. 2008. Patojenlere Karşı Bitkilerde Savunma ve Antioksidanlar. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 24(1), 82-100.
- Leandro, L., Ferguson, L., Fernandez, G., Louws, F. 2004. Integration of biological control for management of strawberry root rot. *Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions*, 89/1-3.
- Lucon, C. M. M., Guzzo, S. D., De Jesus, C. O., Pascholati, S. F. , De Goes, A. 2010. Postharvest harpin or *Bacillus thuringiensis* treatments suppress citrus black spot in 'Valencia' oranges. *Crop Protection*, Vol.29; pp.766-772.
- Martin, F.N. 2000. *Rhizoctonia* spp. recovered from strawberry roots in central coastal California. *Phytopathology*, 90:345-353.
- Sequeira, L. 1983. Mechanisms of induced resistance in plants. *Annual Rev. Microbiol.*, 37:51-79.
- Şahbaz, S. and Akgül, D. S. 2016. Fungal Wilt Pathogens and Their Management in Cotton Growing Areas in Reyhanlı County (Hatay). *The Journal of Turkish Phytopathology*, 45(1), 31-43.
- Townsend G-K. Heuberger JW 1943. Methods for Estimating Losses Caused by Diseases in Fungicide Experiments *Plant Disease Report* 27:340-343.
- Ünlü, M. H., ve Boyraz, N. 2010. Konya İlinde Tüketime Sunulan Meyve Ve Sebzelerde Patojen Fungal Flora Ve Bulunuş Oranlarının Belirlenmesi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(1), 70-79.
- Wing, K.B., Pritts, M.P., Wilcox, W.F. 1994. Strawberry black root rot: A review. *Adv. Strawberry Res.*, 13:13-19.
- Yürüten, H., Çınar, A., Çınar, Ö. 1986. Çilek Kök Çürüklüğüne Neden Olan Etmenin ve Etkili Antagonistlerinin Saptanması, Hastalık Çıkışı Üzerine Toprak Solarizasyonunun Etkisinin Araştırılması. *Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri (12-14 Şubat 1986, Adana):* 447-456.



## Tekirdağ Koşullarında Farklı Lateral Tertip Biçimi ve Sulama Suyu Uygulamalarının Genç Ceviz Ağaçlarının Su Kullanımı ve Vejetatif Gelişme Parametrelerine Etkileri\*

Effects of Different Lateral Layout and Irrigation Regimes on Water Use and Vegetative Growth Parameters of Young Walnut Trees

Erhan GÖÇMEN<sup>1\*\*</sup>, Tolga ERDEM<sup>1</sup>

### Öz


Farklı lateral tertip biçimi ve sulama suyu uygulamalarının genç ceviz ağaçlarının (1 ve 2. yaşında) su kullanımı ve vejetatif gelişme parametrelerine etkilerinin araştırıldığı çalışma 2015 ve 2016 yıllarında Tekirdağ koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada, her ağaç sırasına çift sıra lateral tertip ve ağaç gövdesi etrafına sarılan salkım tertip olmak üzere iki farklı lateral tertip biçimi ve A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin %75, 100 ve 125' inin uygulandığı üç farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, deneme konularında ölçüm periyodu boyunca ölçülen bitki su tüketimi değerleri uygulanan sulama suyu konularına bağlı olarak 2015 yılında 726.1 ile 983.9 mm, 2016 yılında ise 604.9 ile 905.7 mm arasında değişmiştir. Araştırmada, ceviz ağaçlarının vejetatif gelişme parametreleri olarak gövde çapı, gövde kesit alanı, taç yüksekliği, taç genişliği ve taç hacmi değerleri değerlendirilmiştir. Bu değerler arasında yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, farklı lateral tertip biçimi ve uygulanan sulama suyu miktarlarının ceviz ağaçlarının vejetatif gelişme parametrelerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemediği sonucuna varılmıştır.


**Anahtar Kelimeler:** Bitki su tüketimi, sulama suyu, vejetatif gelişme parametreleri, ceviz

### Abstract

The experiment was conducted during the growing season 2015 and 2016 under Tekirdag conditions to evaluate the water use and vegetative growth parameters of young walnut trees (1 and 2 years old) under different lateral layout and irrigation water levels. In the study, two different lateral layouts as the double lateral lines per plant row and the loop system around the tree and three different irrigation water applications, 75%, 100 and 125% of the evaporation values measured from Class A pan were applied. As a result of this study, the seasonal evapotranspiration in the treatments during the measurement period varied from 726.1 and 983.9 mm in 2015 and from 604.9 and 905.7 mm in 2016 depending on the irrigation water applied. The effects of walnut vegetative growth parameters as trunk diameter, trunk cross-sectional areas, canopy height, canopy width and canopy volume of the experimental subjects were investigated. Analyses of variance between group means showed that there were no statistically significant differences in the vegetative growth parameters according to the different lateral layout under different irrigation levels of walnut trees.

**Keywords:** Evapotranspiration, irrigation water, vegetative growth parameters, walnut

<sup>1\*\*</sup>Sorumlu yazar/Corresponding Author: Erhan Göçmen, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ. E-mail: egocmen@nku.edu.tr,  OrcID: 0000-0001-6199-7842

<sup>1</sup>Tolga Erdem, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ. E-mail: terdem@nku.edu.tr,  OrcID: 0000-0002- 5887-9586

**Atıf/Citation:** Göçmen, E., Erdem, T. Tekirdağ koşullarında farklı lateral tertip biçimi ve sulama suyu uygulamalarının genç ceviz ağaçlarının su kullanımı ve vejetatif gelişme parametrelerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 181-191

\*TÜBİTAK tarafından 114O532 numara ile desteklenen projeden ve doktora tezinden üretilmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2019

### **Extendend Summary**

Turkey is one of the most important countries in the world with regard to walnut production, but both production and export are not at the desired levels. Walnut is one of the important nut crops and the annual consumption per capita in Turkey is 2-3 kg. In addition, Turkey's annual walnut production is around 180000 tons while the import amounts about 40000 tons. The Ministry of Forestry and Water Affairs has put emphasis on walnut in afforestation work in recent years to increase the walnut production of Turkey. Approximately 110 thousand ha of the special walnut afforestation plan has been completed within 983 projects in Turkey so far and 2 million walnut trees have been planted (Anonymous, 2012). When new walnut areas were planted, the low yields obtained from the old areas were examined and it was stated that necessary researches should be conducted to overcome this. It has been proposed that these surveys concentrate on the standard walnut varieties as well as technical and cultural practices such as irrigation, fertilization, diseases and pests tolerance and making producers more conscious along with improving the cultural practices (Unver and Sakar, 2011; Anonymous, 2012). In this approach, irrigation is importance both in terms of plant productivity and conservation of natural resources. Şen (2011) stated that walnut trees are a common branching type of fruit species most in need of water in terms of having a large leaf surface. It explained that although walnut trees use partially natural rainfall, irrigation practices are important in terms of initial plant development. In the previous studies, irrigation applications for walnut trees at different vegetative periods were important and affected to yield and quality parameters (Şen, 2011; Huabing et al., 2014). Also, the drip irrigation method applications have been given best results on walnut trees (Hu et al., 2010; Li et al., 2013). Production to meet the domestic demand in recent years, closing with a private reforestation effort towards the establishment of walnut orchards incentives, the private sector has increased interest in the walnut growers. It is seen that in the last decade in Thrace Region walnut tis intensively being produced in areas which has lost its forest characteristics. Scarcity of water resources in the region and particularly heavily use of groundwater resources for irrigation purposes, the problems caused by irrigation in the cultivation of walnuts is widely observed. On the other hand, when the researches carried out in our country are examined, it has been determined that there is no work for the planning of water consumption and irrigation scheduling of walnut trees. The experiment was conducted during the growing season 2015 and 2016 under Tekirdag conditions to evaluate the water use and vegetative growth parameters of young walnut trees (1 and 2 years old) under different lateral layout and irrigation water amount applications. In the study, two different lateral layouts as the double lateral lines per plant row and the loop system around the tree and three different irrigation water applications, 75%, 100 and 125% of the evaporation values measured from Class A pan were applied. As a result of this study, the seasonal evapotranspiration in the treatments during the measurement period varied from 726.1 and 983.9 mm in 2015 and from 604.9 and 905.7 mm in 2016 depending on the irrigation water applied. The effects of walnut vegetative growth parameters as trunk diameter, trunk cross-sectional areas, canopy height, canopy width and canopy volume of the experimental subjects were investigated. Variance analyzes of the obtained results showed that there were no statistically significant differences in the vegetative growth parameters according to the different lateral layout and irrigation levels of walnut trees.

Türkiye, 2014 verilerine göre ceviz üretim alanlarında %10.8 lik bir pay ile Çin, ABD ve İran ve Meksika'dan sonra beşinci sıradadır. Üretim miktarları açısından Çin ve ABD 'nin dünya ceviz üretiminin %61.2'sini karşıladığı, İran'ın %12.9 ile üçüncü, Türkiye'nin ise %5.2 pay ile yine dördüncü, %3.6 ile Meksika'nın beşinci, Ukrayna'nın %3 ile altıncı sırada olduğu görülmektedir (FAO, 2014). Birbirlerine çok yakın ekim alanlarına sahip iki ülke olan Türkiye ve ABD üretim değerleri açısından karşılaştırıldığında, ABD üretiminin Türkiye üretiminin iki katı olduğu görülmektedir. Cevizin gen merkezi ve anavatanları içerisinde bulunan Türkiye ceviz varlığı olarak dünyada önemli bir konumda olmasına karşın, üretim ve ihracat yönünden beklenen noktada değildir. Türkiye 2015 yılında 7917 ton ihracat ve 63800 ton ithalat yapmıştır. Ülkemizde yıllık ceviz üretim miktarı 2016 verilerine göre 195000 ton civarında olup ağaç başına ortalama verimin ise 24 kg olduğu görülmektedir (Anonim 2016). Bu durumun AR-GE çalışmalarına çok geç başlamamız, aşılı çeşitlere daha yeni geçmemiz ve özellikle sulama, budama ve gübreleme işlemlerinin bilimselliğe ve teknolojiye uygun yapılmamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Trakya Bölgesi'nde, son on yılda orman vasfından çıkmış alanlarda yoğun bir şekilde ceviz yetiştiriciliğinin yapıldığı görülmektedir. Bununla beraber, Tekirdağ ilinde ceviz alanlarının hızla artmaya başladığı ve buna endeksli olarak üretiminde arttığı belirgin bir şekilde görülmektedir (Anonim 2016). Bu artışta orman vasfını yitirmiş arazilerin üreticiye kiralanması, bakanlık desteklerinin olmasının yanında bölge çiftçisinin ekonomik değeri yüksek bitkileri yetiştirmeye yönelmesinin payı büyüktür. Üretimin önümüzdeki yıllarda daha da artması beklenmektedir. Çünkü mevcut alanlarda genç ağaç sayısının fazla olması ve meyve vermeyen ağaçların sayısının yüksek olması üretim değerini etkilemektedir. Ağaç yaşının ilerlemesiyle üretimin de artacağı beklenmektedir. İlde mevcut durumda 95970 adet meyve veren, 166648 adet meyve vermeyen olmak üzere 262618 adet ceviz ağacı bulunmaktadır. Ağaç başına ortalama verim 17 kg'dır (Anonim 2016). Ağaç başına verimi düşük olduğu görülen Tekirdağ'da, özellikle suyun alanda etkin kullanımı, sulamaların zamanında ve teknolojiye uygun yapılması, budama, ilaçlama ve gübreleme işlemlerinin uygun bir biçimde yapılması ve ağacın olgunluk dönemlerine ulaşması verimi çok daha yükseltecektir.

Yapılan ağaçlandırma çalışmalarının ardından pek çok sıkıntının da beraberinde geldiği gerek çiftçiler gerekse uzmanlar tarafından belirtilmektedir. En önemli problemlerden birisi sulama uygulamaları olarak ön plana çıkmaktadır. Su kaynaklarının azlığı, suyun alana iletilmesinde kurulacak sistemin yatırım maliyetlerinin yüksek oluşu suyun değerini daha da arttırmaktadır. Bunun yanında suyun bitkiye verilmesindeki yöntem farklılıkları da bitki gelişimi açısından standart olmamaktadır. Diğer yandan basınçlı sulama ekipmanlarının ilk yatırım masraflarının yüksek olması çiftçiyi daha geleneksel yöntemlere itmektedir. Bu zaten kıt olan suyun aşırı tüketilmesine neden olmaktadır. Ayrıca, uzman desteği alınmadan kurulan sistemlerde işletme problemlerinin meydana geldiği, bunun yanında sulama zamanının yanlış planlanması ve suyun eksik verilmesi vejetatif gelişmede noksanlıklara, fazla verilmesi ise köklerde mantari hastalıkların artmasına neden olduğu ortadadır (Anonim 2012).

Son yıllarda ceviz yetiştiriciliğine verilen öneme rağmen, bölgede sanayinin ve nüfusun artması kıymetli tarım toprakları ile su kaynaklarını azaltmış ve kirletmiştir. Ayrıca, sulama uygulamalarında yer altı su kaynaklarının yoğun olarak kullanıldığı düşünülürse ceviz yetiştiriciliğinde bölgede toprak ve su kaynakları açısından birçok problemin olduğu açıktır.

Tüm bu bilgiler ışığında ceviz, Tekirdağ çiftçisi için ciddi alternatif bir bitki olarak ön plana çıkmaktadır. Modern tarımın yapıldığı bölgede çiftçilerin yeniliğe son derece açık olduğu bilinmektedir. Son yıllarda ceviz üretim alanlarının 4 katına çıkması da pazar değeri yüksek olan bitkilere yönelimin bir göstergesidir. Geleneksel tarımı yapılan buğday ve ayçiçeğine göre ekonomik değerinin yüksek olmasının yanında, devlet tarafından verilen destek ve hibeler bitkiyi önemli hale getirmektedir. Bunlara ilaveten bölgenin pazara yakınlığı da çok ciddi avantaj sağlamaktadır. Ayrıca damla sulamaya verilen desteklerin uygulayıcıları finansal olarak rahatlattığı görülmektedir. Çiftçilerin, su ve sulama konularındaki olumsuzlukları da ilde bulunan üniversite ile kamu kurum ve kuruluşlarından alınan bilgi ve desteklerle aşılmaktadır. Tüm bu avantajların yanında ceviz yetiştiriciliğinin artması, kaybolup giden orman alanlarının tekrar tesis edilmesine ve ülke ekonomisine büyük bir katkı sağlamaktadır.

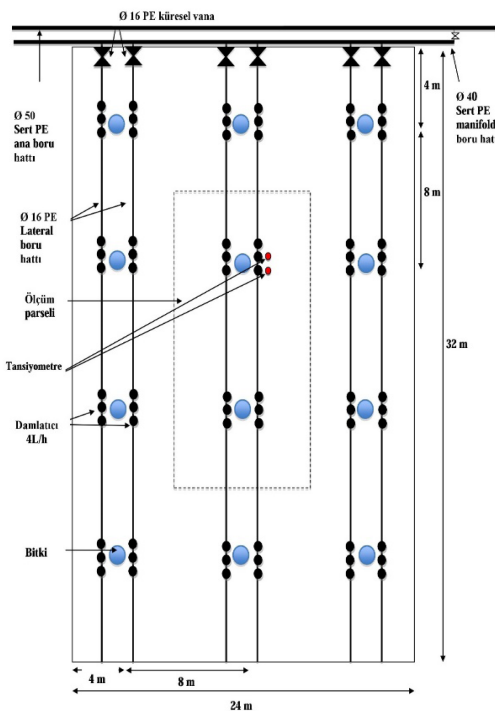
Bu araştırma, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü arazisinde yeni tesis edilen ceviz bahçesinde 2015 ve 2016 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada, bölgede yoğun olarak tarımı yapılan Chandler çeşidi ceviz fidanları 2015 yılının ilk aylarında dikilmiştir. Araştırmada, bitkinin gelişimi, sulama sisteminin projelenmesi ve özellikle depolanacak su miktarının hesaplanması için gerekli olan su kullanımı değerlerinin eldesi amaçlanmıştır. Elde edilen tüm değerlerin, ülkemizde ceviz ağaçlarının su kullanımına yönelik ilk çalışma olması açısından önemlidir. Araştırma sonucunda elde edilen değerler, ceviz yetiştiriciliği açısından önemli olduğu kadar, azalan su kaynaklarının korunması açısından da önemlidir.

## Materyal ve Yöntem

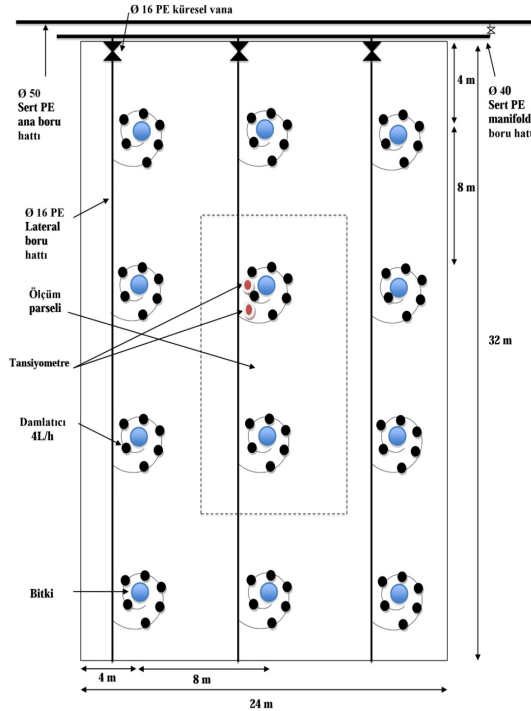
Araştırma, Tekirdağ il merkezine 2.5 km uzaklıkta yer alan Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür. Araştırma alanının denizden yüksekliği ortalama 4 m, enlem derecesi 40° 59' kuzey, boylam derecesi ise 27° 29' doğudur. Araştırma alanı yarı kurak bir iklim kuşağı içinde yer almaktadır. Uzun yıllar ortalamalarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 13.9 °C'dir. Aylık sıcaklık ortalamaları açısından en soğuk ay 4.7 °C ile Ocak, en sıcak ay ise 23.8 °C ile Temmuz aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 580.8 mm olmasına karşın, bunun büyük bir kısmı Ekim ile Nisan ayları arasındaki dönemde gerçekleşmektedir. Yıllık ortalama bağıl nem %76.9'dur. Yıllık ortalama rüzgâr hızının 2 m yükseklikteki değeri 2.90 m/s'dir.

Araştırmanın yürütüldüğü Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü toprakları killi tınlı bünyeye sahip, hafif tuzlu, az kireçli ve organik madde içeriği düşük topraklardan oluşmaktadır. Alanda eğim batıdan doğuya doğrudur. Eğim batı kesimlerde oldukça yüksek olup %15 dolayında, doğu kesimlerde ise %1,5 civarındadır.

Denemede kullanılan sulama suyu Enstitüde bulunan dereden ve kuyudan sağlanmış, su önce havuzda toplanmış, bir pompa yardımıyla alana iletilmiş ve uygulama damla sulama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Depolama havuzundan pompa ile alınan sulama suyu, hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı ve disk elek filtrelerden oluşan kontrol biriminden geçtikten sonra 6 atm işletme basınçlı, 50 mm dış çaplı sert PE borular yardımı ile araştırma alanına iletilmiştir. Ayrıca, sistemde oluşan basıncı kontrol etmek amacıyla manometreler yerleştirilmiştir. Her bir deneme parseli için manifold boru hatları 40 mm dış çaplı sert PE borulardan oluşturulmuştur. Deneme parselleri içerisinde iki farklı damla sulama hattı döşenmiştir. İlki her ağaç sırasına 16 mm dış çaplı yumuşak PE borulardan oluşan çift sıra lateral boru hattı, ikincisi tek sıra lateral boru hattı üzerinden ağaçlara çıkış yapılarak döşenen ve 16 mm dış çaplı yumuşak PE borulardan oluşan salkım hat tertip edilmiştir. Ceviz ağaçlarının araştırma sırasında yeni tesis edilmesinden dolayı bitki sıra arası ve üzerinde tam örtme yapmadığından tüm lateral boru hattı ıslatılmamıştır. Bu nedenle her ağaç başına taç genişliği dikkate alınarak karşılıklı olmak üzere 3'er adetten toplam 6 adet basınç regüleli on-line damlatıcı yerleştirilmiştir. Salkım tertipte de yine ağaç tacı dikkate alınarak ağaç çevresine 6 adet damlatıcı yerleştirilmiştir. Damlatıcı debisi Yıldırım (2008)'de belirtilen esaslara göre toprağın bünyesi ve su alma hızı dikkate alınarak 4 L/h olarak seçilmiştir. Deneme parsellerinin ayrıntısı Şekil 1 ve Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 1. Çift sıra lateral tertip damla sulama sistemi  
Figure 1. Double lateral line in layout for treatment



Şekil 2. Salkım lateral tertip damla sulama sistemi  
Figure 2. Loop system in layout for treatment

Araştırmada Tübitak Projesi kapsamında Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisine Chandler çeşidi ağaçlar 2015 yılının Mart ayı başında 8x8 m sıra arası ve sıra üzeri genişliklerinde dikilmiştir (Şekil 3.9).

Ceviz ağaçlarının dikiminden itibaren bitkisel gözlemleri yapılmış ve buharlaşmanın arttığı Mayıs ayı sonlarında sulama uygulamaları damla sulama yöntemi ile uygulanmaya başlanmıştır. Araştırma ceviz ağaçlarının 1 ve 2. yaşlarında olduğu 2015 ve 2016 yıllarında yürütülmüştür.

Araştırmada deneme konuları belirlenirken, proje sonucunda elde edilen değerlerin uygulayıcılar tarafından rahatlıkla kullanılabilmesi göz önüne alınmıştır. Araştırmada ceviz ağaçları için iki farklı damla sulama tertip biçimi ana konu olarak dikkate alınmıştır (Nakayama ve Bucks 1986, Keller ve Bliesner 1990, Yıldırım 2008). Deneme konuları,

D<sub>1</sub>: Her ceviz sırasına çift sıra lateral hattı yerleştirilmiştir. Lateral hatları üzerinde toprağın infiltrasyon hızına göre belirlenen damlatıcı aralığına göre (50 cm) her ağacın taç genişliği kadar damlatıcı (6 adet) yerleştirilmiştir.

D<sub>2</sub>: Her ağaca salkım tipi damla sulama uygulaması yapılmıştır. Salkım tipinde yerleştirecek damlatıcı sayısı D<sub>1</sub> konusu ile aynı olmuştur.

Alt deneme konuları, 5 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının farklı düzeylerinin uygulanacağı şekilde hazırlanmıştır. Sulama aralığı ise bitki özellikleri ve bölge koşullarında ceviz yetiştiriciliği yapan üreticilerin uygulama koşulları incelenerek 5 gün olarak belirlenmiştir. Böylece alt deneme konuları,

I<sub>1</sub> konusu: Toplam buharlaşma miktarının %75'nin uygulandığı sulama uygulaması,

I<sub>2</sub> konusu: Toplam buharlaşma miktarının %100'nün uygulandığı sulama uygulaması,

I<sub>3</sub> konusu: Toplam buharlaşma miktarının %125'nin uygulandığı sulama uygulaması biçiminde düzenlenmiştir.

Deneme alanı 72x192 m boyutlarında olup, toplam 13824 m<sup>2</sup> dir. Bir deneme parseli 24x32 m boyutlarında olmak üzere toplam 432 m<sup>2</sup> alana sahiptir. Bir deneme parselinde 3 adet ağaç sırası bulunmaktadır. Ağaçların sıra aralığı ve sıra üzeri 8 m' dir. Tüm parsellerde birer ağaç sırası kenar etkisi göz önüne alınarak hasat parseli dışında bırakılmıştır. Her deneme parselindeki ağaç sayısı 12, ölçüm parselinde ise 2 adettir.

Deneme parsellerinde sulama suyu uygulama aralığının belirlenmesinde, bölge çiftçisinin uygulamaları ve bitki özellikleri dikkate alınarak 5 gün sulama aralığının uygun olabileceğine karar verilmiştir ve uygulanacak sulama suyu miktarı 5 günlük yığışimli buharlaşma değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Kanber ve ark. 2004).

$$I = K_{pc} \times E_p \times P \quad (1)$$

Eşitlikte; I: uygulanacak sulama suyu miktarı (mm), K<sub>pc</sub>: buharlaşma kabına bağlı katsayı, E<sub>p</sub>: yığışimli buharlaşma miktarı, (mm), P: damlatıcı aralığı ve lateral aralığına göre belirlenen ıslatılan alan yüzdesi (%), dir.

Bitki su tüketimi değerleri, bitki etkili kök derinliğine göre aşağıda verilen su bütçesi yaklaşımı ile hesaplanmıştır (Walker ve Skogerboe 1987). Bu amaçla, sulama uygulaması öncesi her bir deneme konusunda iki adet parselde 90 cm toprak derinliğinde her 30 cm' lik toprak katmanı için kuru ağırlık yüzdesine göre toprak nemi ölçülmüştür.

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (2)$$

Eşitlikte; ET: Bitki su tüketimi (mm), I: periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı (mm), P: periyot boyunca düşen yağış (mm), C<sub>p</sub>: kılcal yükselişle kök bölgesine giren su miktarı (mm), D<sub>p</sub>: derine sızma kayıpları (mm), R<sub>f</sub>: deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarı (mm), ΔS: kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler (mm), değerlerini göstermektedir.

Deneme alanında taban suyu bulunmadığından, kılcal hareketle bitki kök bölgesine su girişi olmadığı varsayılarak C<sub>p</sub> değeri göz önüne alınmamıştır. Ayrıca, basınçlı sulama sistemi kullanıldığından yüzey akış miktarları da ihmal edilmiştir (Kanber 1997). Derine sızma kayıpları için bir alt katman izlenmiştir.

Araştırmanın birinci yılı sonunda ağaçlar 80 cm yukarıdan budandığı için gövde çapı ve gövde kesit alanı hariç diğer parametreler denemenin sadece ikinci yılı için belirlenmiştir. Taç genişliği ve taç yüksekliği değerleri ağaçların kış dinlenmesine geçtikleri zaman ölçülmüş ve taç hacimleri hesaplanmıştır (Köksal 1982; Çelik 1988). Deneme parsellerindeki her iki ölçüm ağacı, aşı yerlerinden 15-20 cm kadar yukarıda işaretlenmişlerdir. Denemenin kurulduğu an ve sulama sezonlarının sonunda, ağaçlar kış dinlenmesine girdiği zaman işaretli yerlerden

iki yönlü olacak şekilde gövde çapı ölçümleri kumpas kullanılarak belirlenmiş ve gövde kesit alanı değerleri hesaplanmıştır (Yıldırım, 2004). Her sulama sezonu sonu bir önceki yıldan çıkartılarak gövde kesit alanı artış miktarları hesaplanmıştır (Köksal ve ark. 1996). Deneme konularından elde edilen vejetatif gelişme parametreleri arasındaki farklılıkların düzeyinin belirlenmesinde varyans analizi, farklılıkların sınıflandırılmasında ise LSD testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler Yurtsever (1984)' de açıklanan esaslara göre değerlendirilmiştir.

### Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanında iki farklı profilden alınan toprakların fiziksel özellikleri; bünye sınıfı, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerlerinin ortalaması Çizelge 1' de verilmiştir. Araştırma alanının toprak bünye sınıfı kil veya killi-tın, kullanılabilir su tutma kapasitesi 120.12 mm/90 cm olarak bulunmuştur. Çift silindir infiltrometre ölçmeleri sonucunda toprağın gerçek su alma hızı değeri ortalama olarak 12 mm/h alınmıştır. Sulama suyu kalite sınıfı T<sub>2</sub>S<sub>1</sub> olarak belirlenmiştir ve sulama suyu analiz sonuçlarının bitki gelişmesini olumsuz etkileyecek özelliklerde olmadığı görülmektedir. Araştırma alanı topraklarının bünye sınıfı ve gerçek infiltrasyon hızı değerlerine göre damlatıcı debisi 4 L/h, damlatıcı aralığı ise 0.50 m olarak seçilmiştir.

**Çizelge 1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri**

**Table 1. The physical characteristics of soil at the experimental site**

| Profil Derinliği (cm) | Bünye sınıfı | Tarla kapasitesi |        | Solma noktası |        | Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> ) | Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm) |
|-----------------------|--------------|------------------|--------|---------------|--------|-------------------------------------|---|
|                       |              | %                | mm     | %             | mm     |                                     |   |
| 0-30                  | Killi-tın    | 26.01            | 116.26 | 17.91         | 80.06  | 1.49                                | 36.20                                   |
| 30-60                 | Killi-tın    | 28.45            | 134.85 | 19.71         | 93.43  | 1.58                                | 41.42                                   |
| 60-90                 | Kil          | 31.76            | 153.40 | 22.96         | 110.90 | 1.61                                | 42.50                                   |
| 90-120                | Kil          | 30.17            | 143.01 | 21.15         | 100.25 | 1.58                                | 42.76                                   |
| 0-90                  |              |                  | 404.51 |               | 284.39 |                                     | 120.12                                  |
| 0-120                 |              |                  | 547.52 |               | 384.64 |                                     | 162.36                                  |

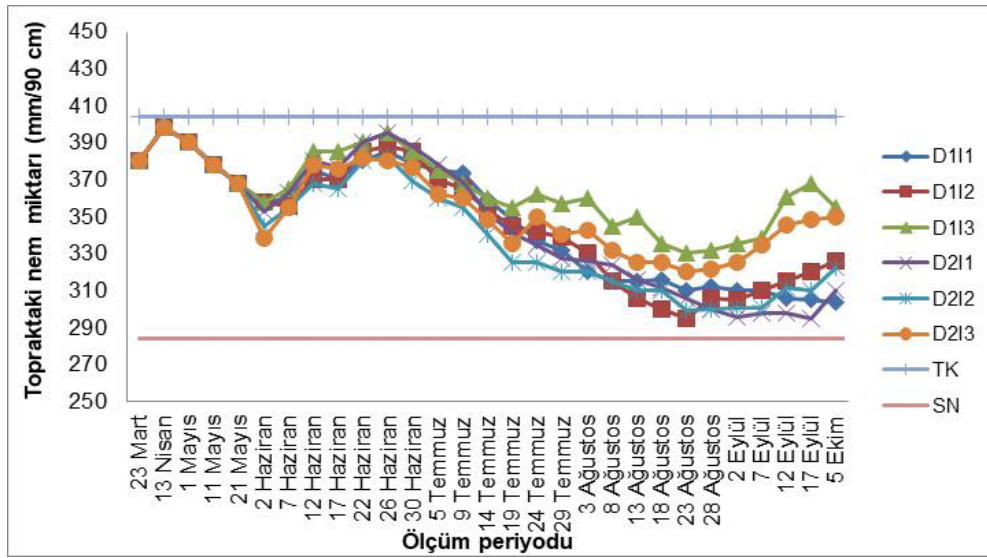
Denemenin ilk yılında toprak nem ölçümlerine 23 Mart 2015 tarihinde başlanmış ve 5 Ekim 2015 tarihinde sonlandırılmıştır. Sulama uygulamalarına ise 2 Haziran 2015 tarihinde başlanmış ve en son sulama uygulaması 17 Eylül 2015 tarihinde yapılmıştır. Sulama sezonu boyunca A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam açık su yüzeyi buharlaşma miktarı 29 Mayıs 2015 ile 17 Eylül 2015 tarihleri arasında 595.6 mm olmuştur. Dolayısıyla, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %100'nün uygulandığı I<sub>2</sub> deneme konusuna uygulanan toplam sulama suyu miktarları da 595.6 mm olmuştur. Diğer yandan ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %75' inin uygulandığı I<sub>1</sub> deneme konusuna 446.7 mm, %125' inin uygulandığı I<sub>3</sub> deneme konusuna ise 744.5 mm toplam sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konularına 21 kez 5 gün sulama aralığında ve 2 kez 4 gün sulama aralığında olmak üzere toplam 23 sulama uygulaması yapılmıştır. Sulama aralığı boyunca ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarları 19.3 ile 36.6 mm arasında değişmiştir. En yüksek açık su yüzeyi buharlaşma miktarı 19 Temmuz tarihinde 36.6 mm ile ölçülmüştür. Ayrıca, toprak nem ölçümlerinin başladığı 23 Mart 2015 tarihi ile sonlandırıldığı 5 Ekim 2015 tarihleri arasında 209.0 mm yağış kaydedilmiştir. Toprak nem ölçümleri, sulama uygulamaları başlanıncaya kadar hava koşullarının elverdiği sürece, sulama uygulamalarının başlaması ile birlikte ise sulama öncesinde gravimetrik yöntemle göre yapılmıştır. Her bir deneme konusu için elde edilen 90 cm toprak derinliği için kuru ağırlık cinsinden hesaplanan toprak nemi değerleri, uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen yağış değerleri dikkate alınarak elde edilen bitki su tüketimi değerleri 2015 yılı için Çizelge 2' de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, deneme konuları arasında ölçüm periyodu boyunca toplam bitki su tüketimi 726.1 mm ile 983.9 mm arasında değişmiştir. A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %100'nün uygulandığı I<sub>2</sub> deneme konularında 858.9 mm ve 862.2 mm bitki su tüketimi değeri elde edilmiştir. Açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %75' inin uygulandığı I<sub>1</sub> deneme konusunda 732.8 mm ile 726.1 mm olarak ölçülen bitki su tüketimi, %125' inin uygulandığı I<sub>3</sub> deneme konusunda ise 978.9 mm ile 983.9 mm olarak ölçülmüştür. Böylece, uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça ölçülen bitki su tüketiminin arttığı görülmüştür. Diğer yandan sulama uygulamaları öncesinde her bir deneme konusunda 90 cm derinlikte ölçülen mevcut toprak nemi değerleri Şekil 3'te verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi, sulama öncesi toprak nemi değişimleri uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak değişmiştir. Sulama öncesi toprak nemi değerlerinin tarla kapasitesi ile solma noktası değerleri arasında kaldığı görülebilir. Fakat sulama sezonunun sonlarına doğru sulama öncesi mevcut toprak neminin solma noktasında yaklaştığı görülebilir. Bu sonuç, ağaçların bir yaşında olması nedeniyle

örtü yüzdesinin düşük olması ve topraktan olan buharlaşma miktarının yüksek olmasına bağlanabilir. Farklı lateral tertip biçimleri incelendiğinde ise hem çift sıra hem de salkım tertip biçimlerinde ölçülen bitki su tüketimlerinin birbirlerine yakın olduğu görülmüştür.

Çizelge 2. Deneme konularına uygulanan sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi değerleri (2015)

Table 2. Applied irrigation water and measured seasonal evapotranspiration for treatments (2015)

| Deneme Konuları             |                        | Topraktaki nem değişimi (mm) | Yağış (mm) | Uygulanan sulama suyu (mm) | Ölçülen bitki su tüketimi (mm) |
|-----------------------------|------------------------|------------------------------|------------|----------------------------|--------------------------------|
| Lateral tertip biçimi       | Sulama suyu miktarları |                              |            |                            |                                |
| Çift sıra (D <sub>1</sub> ) | I <sub>1</sub>         | 76.7                         | 209.0      | 447.1                      | 732.8                          |
|                             | I <sub>2</sub>         | 54.4                         |            | 595.6                      | 858.9                          |
|                             | I <sub>3</sub>         | 25.0                         |            | 744.9                      | 978.9                          |
| Salkım (D <sub>2</sub> )    | I <sub>1</sub>         | 70.0                         | 209.0      | 447.1                      | 726.1                          |
|                             | I <sub>2</sub>         | 57.7                         |            | 595.6                      | 862.2                          |
|                             | I <sub>3</sub>         | 30.0                         |            | 744.9                      | 983.9                          |



Şekil 3. Bitki gelişim periyodu boyunca sulama öncesi topraktaki nem değişimleri, (2015 yılı)

Figure 3. Moisture changes in the soil before irrigation during the plant growth period, (2015 year)

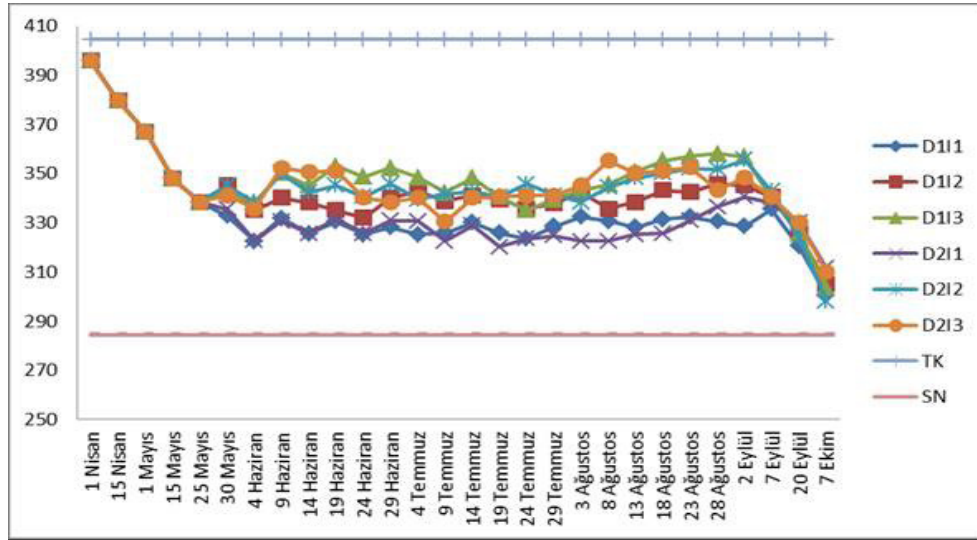
Araştırmanın 2. yılı için sulama uygulamalarına 25 Mayıs 2016 tarihinde başlanmış ve en son sulama uygulaması 7 Eylül 2016 tarihinde yapılmıştır. Sulama sezonu boyunca A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen toplam açık su yüzeyi buharlaşma miktarı 21 Mayıs 2016 ile 7 Eylül 2016 tarihleri arasında 585.9 mm olmuştur. Dolayısıyla, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %100'nün uygulandığı I<sub>2</sub> deneme konusuna uygulanan toplam sulama suyu miktarları 585.9 mm olmuştur. Diğer yandan ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %75' inin uygulandığı I<sub>1</sub> deneme konusuna 439.6 mm, %125' inin uygulandığı I<sub>3</sub> deneme konusuna ise 732.4 mm toplam sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konularına, projede öngörüldüğü üzere 5 gün sulama aralığında toplam 22 sulama uygulaması yapılmıştır. Sulama aralığı boyunca ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarları 10.1 ile 36.8 mm arasında değişmiştir. Ayrıca, toprak nem ölçümlerinin başlandığı 1 Nisan 2016 tarihi ile sonlandırıldığı 6 Ekim 2016 tarihleri arasında 81 mm yağış kaydedilmiştir. Toprak nem ölçümlerine 1 Nisan 2016 tarihinde başlanmış ve 6 Ekim 2016 tarihinde sonlandırılmıştır. Her bir deneme konusu için elde edilen 90 cm toprak derinliği için kuru ağırlık cinsinden hesaplanan toprak nemi değerleri, uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen yağış değerleri dikkate alınarak elde edilen bitki su tüketimi değerleri Çizelge 3' de verilmiştir. Toplam bitki su tüketimi 604.9 mm ile 905.7 mm arasında değişmiştir. A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %100' ün uygulandığı I<sub>2</sub> deneme konularında 757.5 mm ve 764.5 mm bitki su tüketimi değeri elde edilmiştir. Açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %75' inin uygulandığı I<sub>1</sub> deneme konusunda 604.9 mm ile 615.9 mm olarak ölçülen bitki su tüketimi, %125' inin uygulandığı I<sub>3</sub> deneme konusunda ise 899.0 mm ile 905.7 mm olarak ölçülmüştür. Böylece uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça ölçülen bitki su

tüketiminin arttığı görülmüştür. Denemenin ikinci yılında da farklı lateral tertip biçimleri incelendiğinde ise birinci yılda olduğu gibi hem çift sıra hem de salkım tertip biçimlerinde ölçülen bitki su tüketimlerinin birbirlerine yakın olduğu görülmüştür. Diğer yandan sulama uygulamaları öncesinde her bir deneme konusunda 90 cm derinlikte ölçülen mevcut toprak nemi değerleri Şekil 4’de verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi, sulama öncesi toprak nemi değişimleri uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak değişmiştir. Sulama öncesi toprak nemi değerlerinin tarla kapasitesi ile solma noktası değerleri arasında kaldığı görülebilir. Sulama öncesi toprak nem değişimlerinin denemenin ikinci yılında birinci yıla oranla ölçüm periyodu boyunca standart bir eğilim izlediği görülmektedir. Bunun nedeni olarak, ceviz ağaçlarının vejetatif gelişimlerinin hızlanması dolayısıyla örtü yüzdesinin artması ve topraktaki buharlaşma miktarının azalması söylenebilir.

Çizelge 3. Deneme konularına uygulanan sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi değerleri (2016)

Table 3. Applied irrigation water and measured seasonal evapotranspiration for treatments (2016)

| Deneme Konuları             |                        | Topraktaki nem değişimi (mm) | Yağış (mm) | Uygulanan sulama suyu (mm) | Ölçülen bitki su tüketimi (mm) |
|-----------------------------|------------------------|------------------------------|------------|----------------------------|--------------------------------|
| Lateral tertip biçimi       | Sulama suyu miktarları |                              |            |                            |                                |
| Çift sıra (D <sub>1</sub> ) | I <sub>1</sub>         | 95.3                         | 81.0       | 439.6                      | 615.9                          |
|                             | I <sub>2</sub>         | 90.6                         |            | 585.9                      | 757.5                          |
|                             | I <sub>3</sub>         | 92.3                         |            | 732.4                      | 905.7                          |
| Salkım (D <sub>2</sub> )    | I <sub>1</sub>         | 84.3                         | 81.0       | 439.6                      | 604.9                          |
|                             | I <sub>2</sub>         | 97.6                         |            | 585.9                      | 764.5                          |
|                             | I <sub>3</sub>         | 85.6                         |            | 732.4                      | 899.0                          |



Şekil 4. Bitki gelişim periyodu boyunca sulama öncesi topraktaki nem değişimleri, (2016 yılı)

Figure 4. Moisture changes in the soil before irrigation during the plant growth period, (2016 yılı)

Farklı lateral tertip biçimi ve farklı sulama düzeylerinin ceviz ağaçlarının vejetatif gelişme parametrelerine olan etkisini belirlemek için sulamanın tamamlanıp bitkilerin kış dinlenmesine geçtiği zaman ceviz ağaçlarında vejetatif gelişme parametresi ölçümleri yapılmıştır. Bu parametrelerden gövde çapı sadece birinci yılda ölçülmüş gövde çap değişimleri ile hesaplanan gövde kesit alanı değerleri elde edilmiştir. Denemenin ikinci yılında gövde çapı ölçümlerinin yanı sıra taç yüksekliği, taç genişliği ve bunlardan hesaplanan taç hacmi sonuçları belirlenmiştir. Deneme konularından ölçülen ceviz ağaçları vejetatif gelişme parametreleri 2015 yılı için Çizelge 4 ve 2016 yılı için Çizelge 5’ de özetlenmiştir. Çizelgelerden görüleceği gibi deneme konularında elde edilen gövde çapı değerleri denemenin birinci yılında 2.05 ile 2.62 cm arasında değişirken, denemenin ikinci yılında ise 4.00 ile 4.73 cm arasında değişmiştir. Ayrıca gövde çapına göre hesaplanan gövde kesit alanı artış değerleri 2015 yılında 2.48 ile 4.04 cm<sup>2</sup>, 2016 yılında ise 8.17 ile 12.15 cm<sup>2</sup> arasında değişmiştir. Diğer yandan deneme konuları arasında en yüksek gövde çapı ve gövde kesit alanı değerlerinin çift sıra lateral tertip biçiminde A sınıfı buharlaşma kabından



ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %100' ünün uygulandığı deneme konusundan (D<sub>1</sub>I<sub>2</sub>) elde edildiği görülmüştür. Deneme konularında elde edilen gövde çapına ve gövde kesit alanı artış miktarına ilişkin yapılan varyans analizi sonuçları incelendiğinde, farklı lateral tertip biçiminin ve uygulanan sulama suyu miktarları arasında istatistiksel açıdan önemli farklar bulunmamıştır. Denemenin ikinci yılında ölçülen taç yüksekliği değerleri 1.68 ile 2.07 m, taç genişliği değerleri 1.16 ile 1.35 m ve bu değerlere göre hesaplanan taç hacmi değerleri 0.91 ile 1.57 m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. En yüksek taç yüksekliği, taç genişliği ve taç hacmi değerleri salkım lateral tertip biçiminde A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının %125' ünün uygulandığı deneme konusundan (D<sub>2</sub>I<sub>3</sub>) elde edildiği görülmüştür. Bu değerler için yapılan varyans analiz sonuçlarına göre ise istatistiksel açıdan önemli farklar elde edilmemiştir.

Çizelge 4. Deneme konularından ölçülen ceviz ağaçları vejetatif gelişme parametreleri (2015)

Table 4. The measured walnut vegetative growth parameters for treatments (2015)

| Deneme Konuları             | Sulama sezonu sonunda ölçülen gövde çapı değerleri (cm) | Sulama sezonu sonunda elde edilen gövde kesit alanı artış değerleri (cm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|---|--|
| Lateral tertip biçimi       |   |  |
|                             | Sulama suyu miktarları                                  |  |
|                             | I <sub>1</sub>  | 2.18 ns  |
|                             | I <sub>2</sub>  | 2.62   |
| Çift sıra (D <sub>1</sub> ) | I <sub>3</sub>  | 2.41   |
|                             | I <sub>1</sub>  | 2.36   |
| Salkım (D <sub>2</sub> )    | I <sub>2</sub>  | 2.05   |
|                             | I <sub>3</sub>  | 2.32   |
| Lateral tertip biçimleri    |   |  |
|                             | Çift sıra (D <sub>1</sub> )                             | 2.40 ns  |
|                             | Salkım (D <sub>2</sub> )                                | 2.25   |
| Sulama suyu miktarları      |   |  |
|                             | I <sub>1</sub>  | 2.27 ns  |
|                             | I <sub>2</sub>  | 2.34   |
|                             | I <sub>3</sub>  | 2.36   |

ns: önemsiz

## Sonuç

Tekirdağ koşullarında farklı lateral tertip biçiminin ve farklı sulama uygulamalarının ceviz ağaçlarının su kullanımı ve vejetatif gelişme parametrelerine olan etkilerinin belirlenmesi yönelik araştırma, 2015 ve 2016 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin %50, 100 ve 125'inin uygulandığı üç farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü iki yıl boyunca ölçülen ceviz ağaçlarının bitki su tüketimi değerleri birlikte incelendiğinde uygulanan sulama suyu miktarı ile ölçülen bitki su tüketimi arasında doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. Diğer yandan farklı lateral tertip biçimleri uygulaması altında ise birbirlerine yakın bitki su tüketimi değerleri ölçülmüştür. 2015 yılında ölçüm periyodu boyunca 209.0 mm yağış ölçülmüştür. Bu yağış miktarının büyük bir kısmının Haziran ayı öncesinde ve Eylül ayından sonra gerçekleşmiştir. Bu yıl özellikle Temmuz ve Ağustos aylarında buharlaşma miktarının yüksek olduğu belirlenmiştir. 2015 yılında açık su yüzeyi buharlaşması değerlerinin %100' ünün uygulandığı deneme konusuna 595.6 mm sulama suyu uygulanmış ve 858.9 mm ile 862.2 mm (ortalama 860.6 mm) bitki su tüketimi ölçülmüştür. Ayrıca, ceviz ağaçlarının birinci yaşında yüksek bitki su tüketimi değerinin eldesi, fidan döneminden yeni çıkan ağaçların örtü yüzdesinin düşük olması ve dolayısıyla uygulanan sulama suyu miktarında buharlaşma kayıplarının önemli miktarda olduğu şeklinde açıklanabilir. 2016 yılında ise 2015 yılına göre daha düşük yağış değerleri ölçülmesine (81,0 mm) karşın açık su yüzeyi buharlaşması değerlerinin %100' ünün uygulandığı deneme konusuna 585.9 mm sulama suyu uygulanmış ve 757.5 mm ile 764.5 mm (ortalama 761.0 mm) bitki su tüketimi ölçülmüştür. 2016 yılında 2015 yılından daha düşük bitki su tüketimi değerlerinin elde edilmesi, ölçüm periyodu boyunca daha düşük yağış değerlerinin elde edilmesi, diğer yandan ceviz ağaçlarının örtü yüzdesinin artması ile topraktan olan buharlaşma miktarının azalması ile açıklanabilir.

**Çizelge 5. Deneme konularından ölçülen ceviz ağaçları vejetatif gelişme parametreleri (2016)**

**Table 5. The measured walnut vegetative growth parameters for treatments (2016)**

| Deneme Konuları             |                             | Sulama sezonu sonunda ölçülen gövde çapı değerleri (cm) | Sulama sezonu sonunda elde edilen gövde kesit alanı artış değerleri (cm <sup>2</sup> ) | Sulama sezonu sonunda ölçülen taç yüksekliği değerleri (m) | Sulama sezonu sonunda ölçülen taç genişliği değerleri (m) | Sulama sezonu sonunda elde edilen taç hacmi değerleri (m <sup>3</sup> ) |
|-----------------------------|-----------------------------|---|--|--|---|---|
| Lateral tertip biçimi       | Sulama suyu miktarları      |   |  |  |   |   |
| Çift sıra (D <sub>1</sub> ) | I <sub>1</sub>              | 4.05 ns   | 9.17 ns  | 1.68 ns  | 1.16 ns   | 0.91 ns   |
|                             | I <sub>2</sub>              | 4.73  | 12.15  | 1.99   | 1.27  | 1.31  |
|                             | I <sub>3</sub>              | 4.33  | 10.20  | 1.70   | 1.23  | 1.12  |
| Salkım (D <sub>2</sub> )    | I <sub>1</sub>              | 4.00  | 8.17   | 1.70   | 1.19  | 0.98  |
|                             | I <sub>2</sub>              | 4.31  | 11.27  | 2.04   | 1.34  | 1.43  |
|                             | I <sub>3</sub>              | 4.51  | 11.70  | 2.07   | 1.35  | 1.57  |
| Lateral tertip biçimleri    |                             |   |  |  |   |   |
|                             | Çift sıra (D <sub>1</sub> ) | 4.37 ns   | 10.51 ns   | 1.79 ns  | 1.22 ns   | 1.11 ns   |
|                             | Salkım (D <sub>2</sub> )    | 4.27  | 10.38  | 1.94   | 1.29  | 1.33  |
| Sulama suyu miktarları      |                             |   |  |  |   |   |
|                             | I <sub>1</sub>              | 4.27 ns   | 8.67 ns  | 1.69 ns  | 1.18 ns   | 0.95 ns   |
|                             | I <sub>2</sub>              | 4.52  | 11.71  | 2.02   | 1.31  | 1.33  |
|                             | I <sub>3</sub>              | 4.42  | 10.95  | 1.89   | 1.29  | 1.35  |

ns: önemsiz

Farklı lateral tertip biçimi ve farklı sulama düzeylerinin ceviz ağaçlarının vejetatif gelişme parametrelerine olan etkisini belirlemek için sulamanın tamamlanıp bitkilerin kış dinlenmesine geçtiği zaman ceviz ağaçlarında ölçümler yapılmıştır. Bu parametrelerden gövde çapı her iki yılda ölçülmüş gövde çap değişimleri ile hesaplanan gövde kesit alanı artış değerleri elde edilmiştir. Diğer parametrelerden ise taç yüksekliği, taç genişliği ve bu değerlerden hesaplanan taç hacmi sonuçları belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Varyans analiz sonuçlarında, farklı lateral tertip biçiminin ve uygulanan sulama suyu miktarlarının ceviz ağaçlarının (1-2 yaş) vejetatif gelişme parametrelerini etkileme düzeyinin istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Tüm bu veriler ışığında, özellikle araştırma sonucunda elde edilen bitki su tüketimi değerlerinin ceviz ağaçlarının sulanmasına yönelik temel bilgileri oluşturacaktır. Diğer yandan, ülkemiz koşullarında ceviz ağaçlarının su kullanımına yönelik yürütülen ilk çalışmalardan biri olan bu araştırmanın ülkedeki üreticilere ve bu konuda bilimsel araştırma yürütecek uzmanlara yararlı olacağı düşünülmektedir.

## Kaynaklar/References

- Anonim. (2012). Ceviz Eylem Planı 2012-2016. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları.
- Anonim. (2016). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>
- Çelik, M. (1988). Ankara Koşullarında Williams, Ankara Akça ve Şeker Armut Çeşitleri İçin En Uygun S.Ö. Ayva Anaçlarının Seçimi Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1075 (578), Ankara.
- FAO. 2014. FAOSTAT. 'Food and Agriculture Organization of the United Nations'. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Hu, Q., Ma, Y., He, J., Zhang, Q., Hong, M. (2010). Effect of drip irrigation and micro –sprinkler irrigation on water consumption, yields and quality of walnut. *Journal of Water Resources and Water Engineering*, 1:020.
- Huabing, M., Meimei, L., Junjie, R., Baoguo, L., Guohoi, Q. (2014). Effects of different irrigation amounts on water use of precocious walnuts. *Applied Mechanics and Materials*. Vol: 651- 653, 1423-1431
- Kanber, R. (1997). Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No. 52, 530s, Adana.
- Kanber, R., Steduto, P., Aydın, Y., Ünlü, M., Özmen, S., Çetinkökü, Ö., Özekici, B., Diker K., Sezen, M. S. (2004). Damla sulama sistemiyle fertigasyon uygulamalarının antepfıstığına gelişme, verim ve periyodisiteye etkisinin incelenmesi. Tübitak, TARP 1825.
- Keller, J., Bliesner, R. D. (1990). Sprinkle and Trickle Irrigation. Van Nostrand Reinhold.
- Köksal, A. I. (1982). Bazı Elma ve Armut Anaçları ile Bunların Üzerine Aşılı Önemli Kültür Çeşitleri Arasındaki GA ve ABA Benzeri Maddelerin Değişimleri Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 800 (473), Ankara.
- Köksal, A.I., Yıldırım, O., Dumanoğlu, H., Güneş, N., Kadayıfçı, A. (1996). Bodur Elma Çeşitlerinde Farklı Sulama Yöntemi ve Sulama Suyu Miktarlarının Gelişme Verim ve Kaliteye Etkisi. TÜBİTAK Proje No: TOAG-901.
- Li, H.B., Mu, Z.X., Hong, M., Zheng, B. (2013). Optimization of irrigation methods for grown walnut in arid and semi arid regions. *Water Saving Irrigation*, 6, 010.
- Nakayama, F.S., Bucks, D. A. (1986). Trickle Irrigation for Crop Production. Elsevier, Amsterdam.
- Şen, S.M. (2011). Ceviz. ÜÇM Yayıncılık, 220 s, Ankara.
- Ünver, H., Sakar, E. (2011). Türkiye’de ceviz yetiştiriciliğinin durumu ve yapılan seleksiyon çalışmaları. *Harran Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 15 (3): 61-69.
- Walker, W.R., Skogerboe, G.V. (1987). Surface Irrigation. Theory and Practice. Prentice- Hall, Englewood Cliffs, 375pp, New Jersey.
- Yıldırım, M. (2004). Damla Yöntemiyle Sulanan Erik Ağaçlarında Farklı Sulama Programlarının Ağaç Gelişmesi, Meyve Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Ankara.
- Yıldırım, O. (2008). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1565, Ankara.
- Yurtsever, N. (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No. 56, Ankara.

## Edirne İlinde Depolanmış Buğday ve Un Fabrikalarında Saptanan Zararlı Böcekler Üzerine Araştırmalar\*

Investigation on Insect Pest Species in Grain Warehouse and Flour Mills in Edirne Province

Oktay TOĞANTİMUR<sup>1</sup>, Nihal ÖZDER<sup>2\*\*</sup>

### Öz

Bu çalışma Edirne İlinde depolanmış buğday ve un fabrikalarında bulunan zararlı böceklerin saptanması amacıyla 2017 – 2018 yılları arasında yürütülmüştür. 8 zahireci deposu, 5 un fabrikası ve 3 adet TMO deposundan ayda bir kez buğday, un ve kepek örnekleri alınmıştır. Sürvey sonucunda *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.), *Tribolium confusum* (Duv.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Ephestia kuehniella* (Zell.), *Plodia interpunctella* (Hübner), *Rhizopertha dominica* (F.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Gnathocerus cornutus* (Fab.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens 1831), *Carpophilus dimidiatus* (Fabricius, 1792) fabrikalarda bulunan zararlı böcekler olarak saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Buğday, un, kepek, depolama, zararlı böcekler

### Abstract

This study was carried out in order to define in stored wheat and flour mills on insect pests species in Edirne in the years of 2017-2018. Wheat, flour and bran samples were collected from in total 16 grain store and mills monthly. The results obtained from this study indicated that *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.), *Tribolium confusum* (Duv.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Ephestia kuehniella* (Zell.), *Plodia interpunctella* (Hübner), *Rhizopertha dominica* (F.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Gnathocerus cornutus* (Fab.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens 1831), *Carpophilus dimidiatus* (Fabricius, 1792) were defined as insect pests in storages and mills insect pests of stored wheat and flour.

**Keywords:** Wheat, flour, bran, storage, insect pests

<sup>1</sup>Oktay Toğantimur, Tarım Orman Bakanlığı Süloğlu ilçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, E-mail: [oktay.togantimur@tarimorman.gov.tr](mailto:oktay.togantimur@tarimorman.gov.tr)  OrcID: 0000-0003-3813-6715

<sup>2\*\*</sup>Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Nihal Özder, Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ, E-mail: [nozder@ku.edu.tr](mailto:nozder@ku.edu.tr)  OrcID: 0000-0002-4637-5364

**Atf/Citation:** Toğantimur, O., Özder N. Edirne ilinde depolanmış buğday ve un fabrikalarında saptanan zararlı böcekler üzerine araştırmalar. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 192-201.

\* Bu çalışma Oktay Toğantimur'un yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

### Extendend Summary

This study was carried out in order to define insect pest species in stored wheat and flour mills in Edirne in the years of 2017-2018. Wheat, flour and bran samples were monthly collected from in total 8 grain store, 5 mills and 3 TMO stores. . Sampling store (Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8) and wheat store of flour factory (U1, U2, U3, U4, U5). From the dandruff in flour factories and randomly selected sacks of bags stored in sacks were taken from the taken separately 1kg sapmles. Samples taken from each factory were taken into polyethylene bags and labels included. Samples in polyethylene bags were sieved. Material under and above the sieve is examined in detail. Obtained adults were killed in the killing bottle and their numbers were recorded. Then each sample was put into glass jars. To prevent insects from escaping, glass jars are covered with tulle. Glass jars for three months were checked once a week to collect adult insects. The controls continued until the adult exits, then samples were identified and their numbers recorded. As the result of survey, *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.), *Tribolium confusum* (Duv.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Ephestia kuehniella* (Zell.), *Plodia interpunctella* (Hübner), *Rhizopertha dominica* (F.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Gnathocerus cornutus* (Fab.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens 1831), *Carpophilus dimidiatus* (Fabricius, 1792) were determined as insect pests in storages and mills. This survey showed that all of the store, flour factories and miles were infested by insect species. *Sitophilus granarius* ,*Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum* and *Tribolium confusum* were more common and dense species. The greatest percentages of the pest were observed in the mills. The greatest percentage of the adults was noted in U1 among the store, flour factory and mills. The highest level of population was determined during the august and the lowest population was determined in the february. Cereals grains are the major source of food for human. *S. granarius* and *S. oryzae* is the most important primary pest of stored wheat. According the our study and other study these pests were very common in Bursa, Adiyaman, Kahramanmaraş, Erzurum, Bayburt, Erzincan and Ankara in Turkey Bağcı et al. 2014, Coşkun, 2004, Işıkber et al. 2005, Özdemir 2015). Results of this study, indicates that insect population generally increased depending on temperature and sanitation. Finally we suggested to prevent infestation by insect pest by sanitation.

Tahıllar grubu olarak adlandırdığımız kültür bitkileri; buğday (*Triticum*), arpa (*Hordeum*), yulaf (*Avena*), çavdar (*Secale*), mısır (*Zea*), çeltik (*Oryza*), darılar (*Sorghum*, *Panicum*, *Seteria*), kuşyemi (*Phalaris*) ekiliş, üretim ve kullanım yönünden tarla bitkileri içinde çok önemli bir yere sahiptir (Gençtan ve Balkan 2005).

Güneybatı Asya orijinli olan buğdayın Türkiye, Suriye, Irak ve Kafkasya'da yabani türleri bulunmaktadır ve buralar buğdayın gen merkezi olarak kabul edilmektedir (Kırtok 1997).

İnsan sağlığında önemli etkisi bulunan A, C, E, K, B6 ve B12 vitaminleri, demir, kalsiyum, fosfor ve magnezyum açısından zengin olan buğday, un ve unlu mamuller, makarna, irmik, bisküvi, bulgur olarak tüketilmektedir. Buğday ülkelerin stratejik öneme sahip bitkileri olarak değerlendirilmektedir.

Türkiye yüzölçümünün %29,7'si tarım yapılabilir özelliktedir. Türkiye tarım anlamlarının büyük bir kısmı tarla ziraatına ayrılmış olup, bu alanın da yaklaşık %71'inde (11,1 milyon hektar) hububat ekilmektedir. Hububat ekim alanı içerisinde buğday %69'lik payla ilk sırada yer almaktadır. (Anonim 2018).

Dünya nüfusunun hızla artması buna karşın kullanılabilir tarım alanlarının gittikçe azalması nedeni ile dünya nüfusunun yeterli beslenmesi büyük sorun olmaktadır. Araştırmacılar pek çok faktöre bağlı olan tarımsal üretimde birim alandan daha fazla ürün alabilmek için çalışmalar yürütmektedir. Tarımsal üretim aşamasının yanı sıra uygun olmayan depolama koşulları nedeni ile de önemli kayıplar meydana gelmektedir. Genellikle depolanmış ürünlerde hayvansal kökenli organizmaların neden olduğu kayıplar yıllık ortalama %10 olarak kabul edilmektedir (Donahaye ve Messer 1992).

Depolanmış üründe zararlı böcekler ürünlerde belnerek meydana getirdikleri ağırlık kayıplarının yanı sıra besin değerinin, tohumluk özelliklerinin de düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca beslenmeleri sırasında meydana getirdikleri salgılar, vücut artıkları ve pislikleri ile de insanlarda alerji astım gibi bazı hastalıkların oluşmasına neden olmaktadır. (Boxall 2001). Zararlıların artan popülasyonları sonucunda ortamda artan nem ve sıcaklıkla birlikte üründe küflenme, kızışma ve kokuşma gözlenmektedir. Bu ürünlerin tüketilmesi insan ve hayvanlarda önemli hastalıkların meydana gelişine neden olmaktadır. Örneğin *Tribolium* spp. (Col: Tenebrionidae) üründe kanserojen maddelerin oluşumuna neden olabilmektedir (Stejskal ve Hubert 2006).

Bu çalışmada ile önemli buğday üretimi,depolaması ve un fabrikasına sahip, Edirne İlinde depolanmış buğday ve un fabrikalarında zararlı böceklerin saptanması üzerine çalışılmıştır.

### **Materyal ve Yöntem**

Çalışmanın materyalini Edirne ilinde depolarında yıl boyunca buğday bulunduran 8 adet zahireci deposu, 5 adet un fabrikası ile 3 adet TMO'ya ait kapalı depo ve açık yığınlar ile burada bulunan zararlılar oluşturmaktadır. Örneklem yapılan zahirecilere ait depolar (Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6, Z7, Z8) ile un fabrikalarının buğday depoları (U1, U2, U3, U4, U5) isimlendirilmiş olup betonarme tiptedirler. Toprak Mahsulleri Ofisinin, Merkez ve Havsa'da betonarme ve modern açık yığın depolama ünitesinden (MAYDÜ), Lalapaşada ise modern açık yığın depolama ünitesinden MAYDÜ örneklemeler yapılmıştır. İlgili depo ve açık yığınlarda zararlıların tespit edilmesi amacıyla 2017 yılı temmuz ayından 2018 yılı Mayıs ayına kadar ayda bir kez bahse konu yerlere gidilerek zahireci ve TMO depolarından buğday, un fabrikalarından ise buğday, un ve kepek örnekleri alınmıştır.

Un fabrikaları, zahireci depoları ve Toprak Mahsulleri Ofisine ait betonarme kapalı depo ile modern açık yığın depolama ünitelerinde buğday dökme olarak depolanmış olduğu için ürünün çeşitli yer, yön ve derinliklerinden alınan ürünler karıştırılarak paçal yapılmıştır. Paçal yapılan bu ürünlerden 1 kg.'lık numuneler alınmıştır. Un fabrikalarında dökme olarak bulunan kepeklerden ve çuval halinde depolanan unlardan ise tesadüfi olarak seçilen çuvallardan ayrı ayrı alınan ürünlerden paçal yapılarak 1 kg.'lık numuneler alınmıştır. Her fabrikadan alınan örnekler polietilen torbalara alınarak içlerine yer adı ve tarih gibi bilgileri içeren etiketler konulmuştur. Polietilen torbalardaki numuneler elenerek elek üstünde ve altında kalan materyal detaylı olarak incelenmiştir. Bulunan erginler öldürme şişesinde öldürülerek sayıları kaydedilmiştir. Daha sonra her numune tekrar cam kavanozlara konularak ağızları tül ile böcek çıkışına engel olacak şekilde kapatılmıştır. Üç ay boyunca haftada bir kez kontrol edilerek kavanozlardan çıkan ergin böcekler toplanmış ve sayıları her örnek için çıkan sayıya eklenmiştir. Ergin çıkışları bitinceye kadar gözlemlere devam edilmiştir. Daha sonra numunelerin teşhisleri yapılarak sayıları kayıt altına alınmıştır.

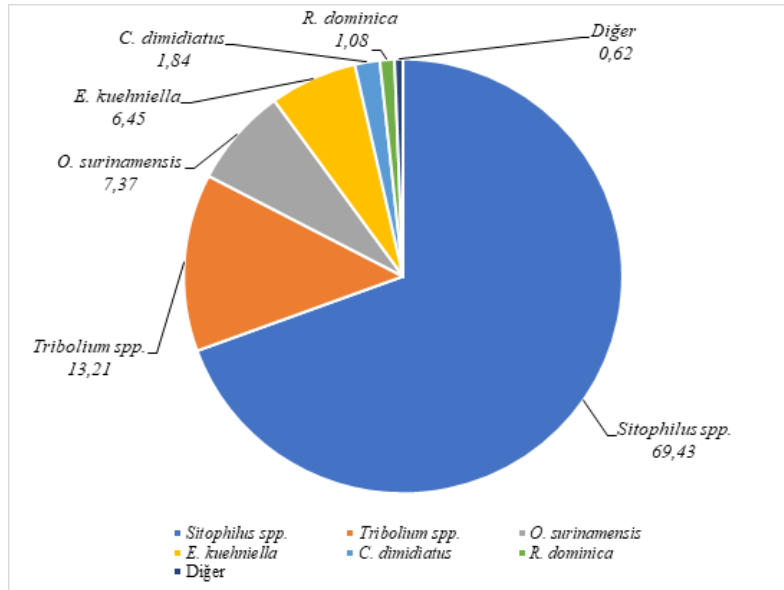
### **Araştırma Bulguları ve Tartışma**

Yapılan çalışma sonucunda Edirne İlinde depolanmış buğday ve un fabrikalarında Coleoptera takımına ait 9 tür

ve Lepidoptera takımına ait 2 tür olmak üzere 11 zararlı tür saptanmıştır.

### Edirne ilinde depolanmış buğday ve un fabrikalarında saptanan zararlı böcek türlerinin bulunma oranları (%)

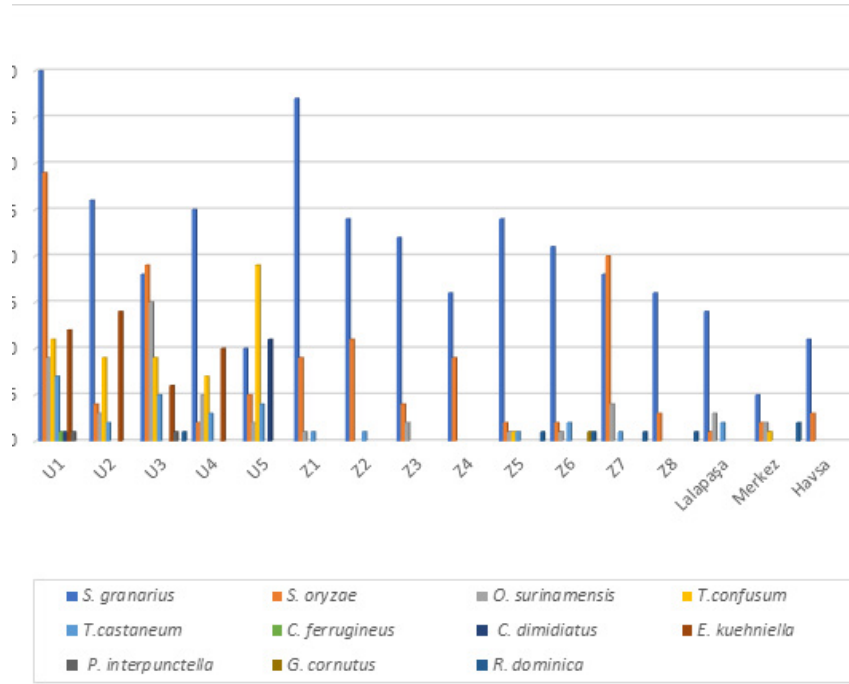
Edirne İlinde bulunan 8 adet zahireci ile 3 adet TMO deposundan alınan depolanmış buğday örnekleri ve 5 adet un fabrikasından alınan un, buğday ve kepek örneklerinin incelenmesi sonucu toplamda 11 zararlı tür tespit edilmiştir. Bu türler; *Sitophilus* spp. [*Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.)] % 69,43, *Tribolium* spp. [*Tribolium confusum* (Du Val.), *T. castaneum* (Herbst.)] % 13,21, *Oryzaephilus surinamensis* (L.) %7,37, *Ephestia kuehniella* (Zell.) % 6,45, *Carpophilus dimidiatus* %1,84, *Rhizopertha dominica* (F.) %1,08 ve diğer zararlılar [*Cryptolestes ferrugineus* (Step.), *Plodia interpunctella* ve *Gnathocerus cornutus* (Fab.)] % 0,62 olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucu *Sitophilus* türleri % 69,43 ile bulunma oranları en fazla olan türler olarak belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Edirne ilinde buğday depoları ve un fabrikalarında saptanan zararlı böcek türlerinin bulunma oranları (%)

Figure 1. Proportion of pests found in wheat warehouses and flour mills in Edirne province (%)

Yapılan çalışmalar sonucunda, un fabrikalarında buğdayın yanı sıra yapılan un ve kepek örneklemeleri yapıldığı için saptanan tür sayıları ve böceklerin sayıları zahireciler ve TMO depolarından alınan örneklerle göre daha fazla bulunmuştur. (Şekil 2).



Şekil 2. Edirne ilinde buğday depoları ve un fabrikalarında saptanan zararlı böcek türlerinin depolara ve fabrikalara göre birey sayıları (adet/kg ürün)

Figure 2. Number of individuals according to warehouses and flour factories of pest insects detected in Edirne province (pieces / kg product)

Edirne İlinde depolanmış buğday ve un fabrikalarından yapılan survey sonucunda U1 nolu depo bulaşmanın en yoğun olduğu depo olarak belirlenmiştir. Daha sonra sırasıyla U3, U2, U4, U5, Z1, Z7, Z2, Z5, Z3 ile Z6, Z4, Z8 ile TMO Lalapaşa, TMO Havsa ve TMO Merkez depoları gelmektedir. Bu farklılığın, U1 nolu fabrikanın ürün giriş çıkışının en yoğun olduğu fabrika olması ve bölge fabrikaları içerisinde en büyük depolama alanına sahip olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Özdemir (2015) Erzurum, Bayburt, Erzincan'da Toprak Mahsulleri Ofisi'nin değişik değişik tiplerdeki hububat depolarında yapmış olduğu çalışmada *Oryzaephilus surinamensis*' in en yaygın tür olduğunu bildirmiştir

Gönen ve Uzunköprü ilçeleri çeltik depolarında yapılan bir çalışmada *Sitophilus granarius* Linnaeus (Coleoptera: Curculionidae), *Sitophilus oryzae* Linnaeus (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium confusum* Jacquelin du Val (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae), *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae; *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae), *Anthrenus verbasci* Linnaeus (Coleoptera: Dermestidae), *Rhyzopertha dominica* Fabricius (Coleoptera: Bostrichidae), *Alphitophagus bifasciatus* Say (Coleoptera: Tenebrionidae), *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus (Coleoptera: Silvanidae), *Carpophilus hemipterus* Linnaeus (Coleoptera: Nitidulidae) ve *Lasioderma serricornis* Fabricius (Coleoptera: Anobiidae) (Atabay ve ark. 2013) olmak üzere on üç türün tesbit edildiği kaydedilmiştir. Yapılan çalışmada da saptanan türler arasında paralellik olduğu görülmektedir.

Edirne ilinde depolanmış buğday ve un fabrikalarında saptanan zararlı böceklerin aylara göre bulunma oranları

Zararlıların aylara göre bulunma oranlarına bakıldığında, zararlıların en yoğun ağustos ayında, en düşük yoğunluğun ise şubat ayında bulunduğu görülmektedir (Şekil 3).





Şekil 3. Edirne ilinde buğday depoları ve un fabrikalarında saptanan zararlı böceklerin aylara göre bulunma oranları

Figure 3. Monthly rates of pest insects detected in wheat warehouses and flour mills in Edirne province

İl genelinde buğday alımları ve depolamaları, haziran ayında hasat ile birlikte başlamıştır. Temmuz ve ağustos ayında zararlı yoğunluğunun artmasında depo doluluk oranlarının en yüksek seviyeye ulaşılması ve ürün işlemlerinin en fazla oranda yapılması, eylül ayında meydana gelen düşüşün ilaçlamadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Yine devam eden zararlı yoğunluğunun azalmasında depolarda ürün miktarındaki azalmalar ile birlikte havaların soğuması ve depolarda yeterli sıcaklığın bulunmamasının zararlı popülasyonlarında yoğunluk farklılıklarına neden olduğunu kanısına varılmıştır.

Kucerova ve ark. (2005) tahıl depolarında *S. granarius*, *C. ferrugineus*, *T. castaneum*, *O. surinamensis*, *T. stercorea*, *A. advena* ve *Cryptolestes* sp'in en yaygın olarak mayıs ve haziran aylarında görüldüğünü kaydetmişlerdir.

Arpa depolarında yapılan bir çalışmada ise, *R. dominica*, *S. granarius*, *L. oryzae*, *C. ferrugineus*, *O. surinamensis*, *L. sericorne*, *Stegobium paniceum* (L.) tespit edildiği ve mart ile mayıs aylarında en yüksek sayılara ulaştıkları bildirilmiştir (Belda ve Riudavets 2010)

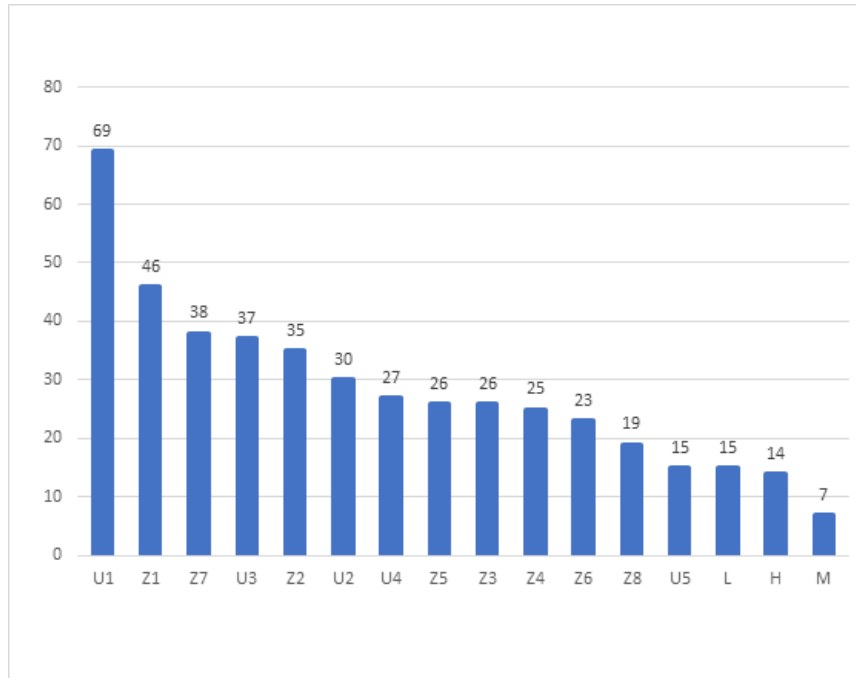
Gönen ve Uzunköprü ilçeleri çeltik depolarında yaptıkları çalışmalar sonucunda zararlıların en yoğun olarak yaz aylarında görüldüğü kış aylarında popülasyonlarda azalmaların saptandığı belirtilmiştir (Atabay ve ark. 2013).

#### Buğday örneklerinde saptanan zararlı böceklerin bulunma oranları

Alınan buğday örneklerinde *Sitophilus* spp. [*Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.)] % 85,12, *Oryzaephilus surinamensis* (L.) %6,78, *Tribolium* spp. [*Tribolium confusum* (Duv.), *T. castaneum* (Herbst.)] % 3,95, *Carpophilus dimidiatus* %2,26, *Rhizopertha dominica* (F.) %1,32 ve diğer zararlılar [*Cryptolestes ferrugineus* (Step.) ve *Gnathocerus cornutus* (Fab.) ] % 0.57 olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışma ile, tüm depolarda *Sitophilus* spp. ile bulaşma saptanmış olup, toplamda 69 adet *Sitophilus* spp. ile U1 nolu depo bulaşmanın en yoğun olduğu depo olarak belirlenmiştir. Daha sonra sırasıyla Z1, Z7, U3, Z2, U2, U4, Z5, Z3, Z4, Z6, Z8, U5, TMO Lalapaşa, TMO Havsa ve TMO Merkez depolarının geldiği belirlenmiştir (Şekil 4).

Buğday ve pirinç biti erginleri yumurtalarını sağlam daneye bırakmakta, meydana gelen larvalarda dane içinde beslenerek ağırlık, tohumluk değerinde kayıpların yanı sıra yoğun bulaşmalarda üründe küflenmeye ve kızışma meydana getirmektedirler (Aydın 2011).



Şekil 4. Edirne ilinde buğday depolarında saptana *Sitophilus spp.*'nin depolara göre bulunma sayıları (adet/kg.)

Figure 4. Rates of *Sitophilus spp.* detected in wheat warehouses and flour mills in Edirne province

Paula ve ark. (2002) Brezilya, Santa Catarina'daki çeltik depolama tesisinde bir yıllık çalışmaları sonucunda *Sitophilus* türlerini. % 76 oranında tespit ettiklerini belirtmişlerdir.

Bağcı ve ark. (2014) Ankara İli ve çevre illerinde buğday ve arpa depolarında yaygın ve yoğun zararlı türün *Liposcellis bostrychophila* (Badonnel) olduğunu belirlemişlerdir.

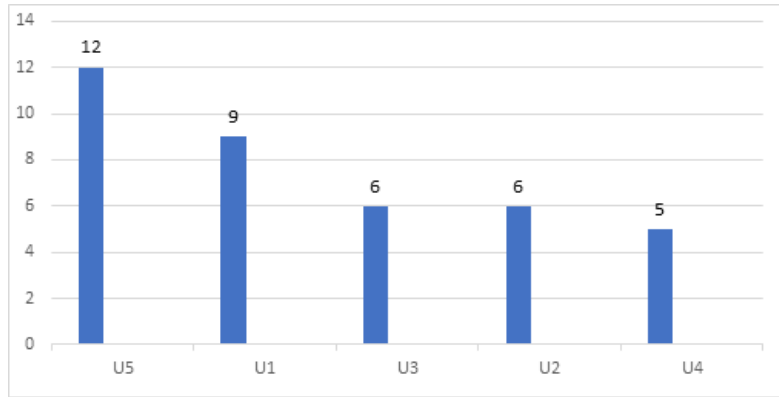
Trematerra ve ark. (2004) Brezilya da yaptıkları çalışmada; çeltik depolama tesislerinden toplanan böcek türlerinin zaman ve mekana göre dağılımlarını incelemişler ve en yoğun tür olarak *S. oryzae* 'nin tespit edildiğini saptamışlardır.

Kucerova ve ark. (2005) Nisan-Eylül ayları arasında tahıl depolarındaki yürütmüş oldukları çalışmada; en yoğun türün *S. granarius* olduğunu ifade etmiştir.

Adıyaman ve Kahramanmaraş illerinde depolanmış buğdaylarda yürütülen çalışma ile *T. confusum*, *P. subdepressus*, *R. dominica*, *S. oryzae*, *O. surinamensis*, *T. granarium* ve *P. interpunctella* olmak üzere toplam 7 böcek türü tespit edildiği, *R. dominica* ve *T. confusum*'un bölgede saptanan en yaygın türler olduğu kaydedilmiştir (Işıkber ve ark. 2005).

#### Kepek örneklerinde saptanan zararlı böceklerin bulunma oranları

Un fabrikalarından alınan kepek örneklerinde *Tribolium spp.* [*Tribolium confusum* Du Val., *T. castaneum* (Herbst.)] % 77,6 ve *Oryzaephilus surinamensis* (L.) %22,4 olarak belirlenmiştir. Yapılan survey sonucunda un fabrikalarından alınan kepek numunelerinde en çok *Tribolium* türlerine rastlanılmıştır. En yoğun bulaşma 12 adet ile U5 nolu depo olurken sırasıyla; U1 nolu depoda 9 adet, U3 ve U2 nolu depoda 6' şar adet, U4 nolu depoda 5 adet *Tribolium* türüne rastlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Alınan kepek örneklerinde tespit edilen *Tribolium* spp' nin bulunduğu depolar ve toplam birey sayıları (adet/ kg.)

Figure 5. Rates of *Tribolium* spp. detected in wheat warehouses and flour mills in Edirne province

Atabay ve ark. (2013) yaptıkları çalışma ile çeltik fabrikalarında kepeklerde yaygın ve yoğun olarak *Tribolium* türlerinin bulunduğunu saptamışlardır.

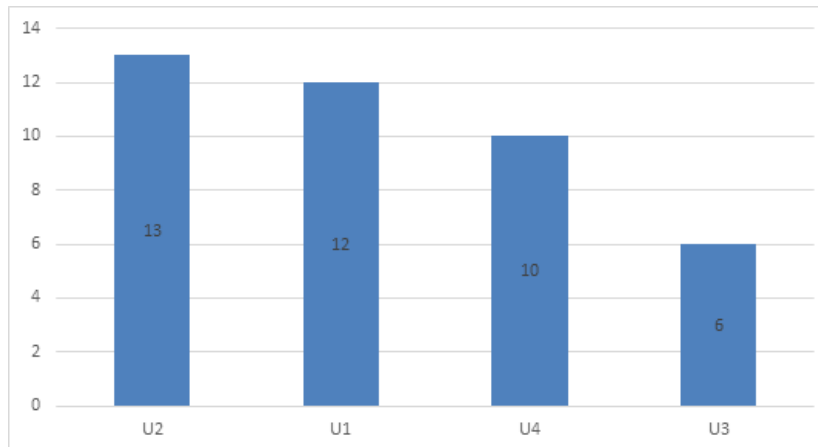
Ergül ve ark. (1972) Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde tetkike tabi tutulan illerde toplam olarak 491 ambar, 16 değirmen ve 11 un fabrikasında çalışma yapmış değirmenlerde yaygın olarak *Tribolium* spp. , *O. surinamensis* L. ve *A. kuehniella* Zel. tespit etmişlerdir.

Yücel (1988) Güneydoğu Anadolu Bölgesinde un fabrikaları ve değirmenlerinde bulunan zararlılar üzerine yaptığı çalışmada, bölgedeki fabrika ve değirmenlerde en yaygın ve en yoğun türün *Tribolium confusum* (Herbst.) toplam popülasyon içindeki payını %95.3 olarak belirlemiştir.

#### Un örneklerinde saptanan zararlı böceklerin bulunma oranları

Alınan un numunelerinde *Ephestia kuehniella* (Zell.) % 57,75, *Tribolium* spp. [*Tribolium confusum* (Duv.), *T. castaneum* (Herbst.)] % 38,03 ve diğer zararlılar [*Plodia interpunctella* ve *Oryzaephilus surinamensis* (L.)] % 4,22 olarak belirlenmiştir.

Lepidoptera takımı, Pyralidae familyasından *Ephestia kuehniella* (Zell.) 41 adet olarak tespit edilmiştir. Bunun 13 adedine U2 nolu depoda, 12 adedine U1 nolu depoda, 10 adedine U4 nolu depoda ve 6 adedine U3 nolu depoda rastlanmıştır (Şekil 4.19). Tamamı un örneklerinde tespit edilmiş olup en yoğun bulaşmaya sahip türdür.



Şekil 6. Alınan un örneklerinde tespit edilen *Ephestia kuehniella*'nın bulunduğu depolar ve toplam birey sayıları (adet/kg.)

Figure 6. Rates of *Ephestia kuehniella* detected in wheat warehouses and flour mills in Edirne province

Çoşkuncu ve Kovancı (2005) yaptıkları çalışma sonucunda Bursa ili un fabrikalarında yaygın olarak *E. kuehniella* saptadıklarını, Pereira ve ark. (1998), ise Portekiz'de un fabrikalarında yaptıkları çalışmalarında *E. kuehniella*'nın fümigasyon yapılmayan fabrikalarda zararlının popülasyon yoğunluğunun çok yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

Depolanmış buğdayın zararlısı olarak bilinen Değirmen güvesi [*Ephestia kuehniella* Zell.(Lep.:Pyralidae)]

esas zararını unda yapmakla beraber zaman zaman tahıl depolarında sorun yaratmaktadır. Bu zararlının larvası unda çıkardığı ağ maddesiyle bunları birleştirmekte ve ürünün kalitesini bozmaktadır. Değirmen güvesi undan başka tahıl, kepek, ekmek, iç badem, yer fıstığı, kuru meyve, bisküvi ve palamut meyvelerinde zararlıdır (Erakay 1974).

Yapılan çalışmada tüm depoların bulaşık olduğu saptanmıştır. Çeşitli araştırmacıların hububat depoları ve un fabrikalarında yaptıkları çalışmalarda da aynı zararlı türlerin varlığı kaydedilmiş fakat bulunma oranlarında farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. Bunun ise yapılan mücadele, depolanan buğday çeşiti, depolama türü ve bölge farklılıklarından ileri geldiği düşünölmektedir. Bu nedenle üreticilerin bu konuda özellikle bilgilendirilmelerin meydana gelecek kayıpların azaltılmasında çok önemli olduğu kanısına varılmıştır.

## Kaynakça/References

- Anonim, 2018. 2017 Yılı Hububat Sektör Raporu.  
<http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububatsektorraporu2017.pdf> (erişim tarihi 30.10.2018).
- Atabay, S. 2013. Balıkesir Gönen İlçesi ve Çevresinde Depolanmış Çeltik ve Pirinç Fabrikalarında Saptanan Zararlı Böcekler Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Aydın, V. 2011. Edirne ili Uzunköprü İlçesinde Çeltik ve Pirinç Fabrikalarında Saptanan Zararlı Böcekler Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Bağcı, F., A. Yılmaz, S. Ertürk, 2014. Ankara İli Hububat Depolarında Bulunan Zararlı Böcek Türleri. Bitki Koruma Bülteni, 54 (1), 69-78.
- Belda, C., J. Riudavets, 2010. Distribution of Insect Pests and Their Natural Enemies in a Barley Pile. Proceedings of the 10th International Working Conference on Stored-product Protection. 27 June-2 July 2010, Estoril, Portugal, Julius-Kühn-Archiv, 425: 741-745.
- Boxall, R. A. 2001. Post-harvest Losses to Insect-a World Overview International Biodeterioration & Biodegradation 48, 137-152.
- Coşkuncu, K. S., 2004. Bursa İli Un Fabrika ve Değirmenlerinde Zararlı Böcek Türleri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1): 33-44.
- Coşkuncu, K. S. ve B. Kovancı, 2005. Bursa İli Un Fabrikalarında Zarar Yapan *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)'nın Ergin Popülasyon Dalgalanması. Türkiye Entomoloji Dergisi, 29 (1): 35-48.
- Donahaye, E. J. and E. Messer, 1992. Reduction in grain storage losses of small-scale farmers in tropical countries. Research Report RR-91-7, The Allan Shawn Feinstein World hunger Program, Brown University, USA.
- Eraykay, S., 1974. Ege Bölgesinde un ve undan mamul maddelerde bulunan zararlı böcekler üzerinde araştırmalar. Türkiye Cumhuriyeti Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi Teknik Bülten No. 23, 60s İzmir.
- Ergül, C., N. Dörtbudak, ve A. Akülke, 1972. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde hububat ve mamülleri ile bakliyat ambar zararlıları üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 12.129-143.
- Gençtan, T. A. Balkan, 2005. Serin İklim Tahılları. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 120s, Tekirdağ.
- Işıkber AA, Özdamar H Ü, Karıcı A (2005). Kahramanmaraş ve Adıyaman İllerinde Depolanmış Buğdaylar Üzerinde Rastlanan Böcek Türleri ve Bulaşma Oranları, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 8 (1), 107-113.
- Kırtok, Y., 1997. Genel Tarla Bitkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:30, Adana, 114s
- Kucerova, Z., R. Aulicky, R., V. Stejskal, 2005. Outdoor Occurrence of Stored-Product Pests (Coleoptera) in the Vicinity of a Grain Storage. Plant Protect. Sci., 41, 86-89.
- Özdemir, A. 2015. Erzurum, Bayburt ve Erzincan İllerinde Toprak Mahsulleri Ofisi Depolarında Bulunan Hububat Zararlı Böcekler. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Paula, M. C. Z., S.M.N., and F.A. Lazzari, 2002. Insect Monitoring in Paddy Rice Storage Facility. In: Credland, P.F.A., Armitage, D.M., Bell, C.H., Cogan, P.M., Highley, E. (Eds), Proceedings of the Eighth, International Working Conference on Stored-product Protection, 22-26 July 2002, York, UK, CAB International, Wallingford, UK, pp. 360-363.
- Pereira, P., C. Adler & M. Schöeller, 1998. The use of pheromone traps for monitoring *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) and detection of parasitoids in flour mills. Integrated Protection of Stored Products. Proceedings of Meeting at 48 Zurich, Switzerland, 31 August-2 September, 1997. Bulletin OILB/SROP, 21 (3): 111-117.
- Stejskal, V. and J. Hubert, 2006. Arthropods as sources of contaminants of stored products: an overview. In: Proceedings of the Ninth International Working Conference on Stored-Product Protection. 2006. p. 15-18.
- Trematerra, P, M.C.Z., Paula, A. Sciarretta , S.M.N. Lazzari, 2004. Spatio-Temporal Analysis of Insect Pest Infesting a Paddy Rice Storage Facility. Neotropical Entomology, 33 (4): 469-479.
- Yücel, A. 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Un Fabrikaları ve Un Değirmenlerinde Bulunan Zararlılar ve Zarar Durumları Üzerinde Ön Çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni, 28 (1-2): 57-77.

## İklim Değişikliğinin Trakya Bölgesi'nde Buğday Yetiştirilen Toprağın Nem Profiline Etkisinin Belirlenmesi

Effect of Climate Change on Wheat Grown Soil Moisture Profile in Thrace District

Huzur DEVECİ<sup>1</sup>, Fatih KONUKCU<sup>2</sup>, Bahadır ALTÜRK<sup>1</sup>

### Öz

Toprak nemi bitki gelişimini ve verimini doğrudan etkilemesi nedeniyle bitkisel üretimde önemli bir parametredir. İklim değişikliğinin toprak nem rejimini de değiştirerek tarım sektörü üzerindeki olumsuz etkisini artırması beklenmektedir. Bu nedenle iklim değişiminin toprak nemine ve dolayısıyla tarımsal üretime etkilerinin iyi değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. İklim değişikliğinin toprak nem profiline etkisini belirlemek amacıyla, önce Trakya Bölgesi'nde buğday ekili arazide 2016-2017 gelişme dönemi iklim koşulları için SWAP modeli ile tahmin edilen toprak profili nem değerleri, ölçülmüş değerler ile karşılaştırılarak modelin kalibrasyonu ve testi yapılmıştır. Daha sonra, kısa (2020-2030), orta (2046-2055) ve uzun (2076-2085) dönemler için RegCM3 Bölgesel İklim Modeli ile A2 senaryosu kullanılarak tahmin edilmiş iklim verilerinin nem rejimine etkisi modellenmiştir. Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü'nde yürütülen arazi çalışmalarında sıcaklık, yağış, nem, rüzgâr hızı, global güneş radyasyonu gibi iklim verileri, iklim istasyonu (Davis Vantage Pro2); iki farklı nokta ve üç farklı derinlikteki (30, 60, 90 cm) toprak nem değerleri ise toprak nem sensörü (Meter Group ECH2O EC-5, Irrrometer Model 200SS WATERMARK) ile ölçülmüştür. Modellenen toprak nem değerleri ile 2016-2017 gelişme döneminde ölçülmüş nem değerleri arasında iyi bir uyum bulunmuştur (günlük ortalama ME=0,82, r<sup>2</sup>=0,93, NRMSE=0,06). Geleceğe yönelik yapılan iklim değişikliği tahminlerinde toprak neminin, araştırma alanında buğday bitkisinin gelişimini etkileyecek düzeyde değişmeyeceği belirlenmiştir.


**Anahtar Kelimeler:** İklim Değişikliği, Toprak Nemi Tahmini, SWAP Model, Trakya Bölgesi, Buğday

### Abstract

Soil water status is an important parameter in plant production as it affects directly plant growth and yield. Climate change is expected to change the soil water (SW) regime and increase its negative impact on the agricultural sector. Therefore, the effects of climate change on SW and thus on agricultural production should be studied. To determine the effect of climate change on SW profile, first, in the wheat cultivation area, the estimated soil water content by SWAP model for the climatic conditions of 2016- 2017 development period were compared with the measured values and the model was calibrated and tested. Then, the effect of the predicted climate change data by RegCM3 Regional Climate Model with A2 scenario for short (2020-2030), medium (2046-2055) and long-term (2076-2085) periods on SW regime was simulated. In the field studies conducted at Tekirdag Viticulture Research Institute, meteorological data were recorded by the meteorological station (Davis Vantage Pro2) whereas SW content at two points and three different depths (30, 60 and 90 cm) were monitored by soil moisture sensor (Meter Group ECH2O EC-5, Irrrometer Model 200SS WATERMARK). The predicted SW contents data fitted well with the measured SW content data (daily average ME=0,82, r<sup>2</sup>=0,93, NRMSE=0,06). It is concluded that climate change will not cause significant soil moisture change to affect wheat yield in the research area.

**Keywords:** Climate Change, Soil Moisture Prediction, SWAP Model, Thrace Region, Wheat

<sup>1</sup>\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Huzur Deveci, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Yapı Denetimi Programı, Tekirdağ. E-mail: huzurdeveci@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0002-0143-2185

<sup>2</sup>Fatih Konukcu, E-mail: fkonukcu@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0003-2873-990X

<sup>3</sup>Bahadır Altürk, E-mail: balturk@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0003-1282-6558

**Atıf/Citation:** Deveci, H., Konukcu, F., Altürk, B. İklim değişikliğinin Trakya Bölgesi'nde buğday yetiştirilen toprağın nem profiline etkisinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 202-218.

---

### Extendend Summary

Soil water status is an important parameter in plant production as it affects directly plant growth and yield. Climate change is expected to change the SW regime and increase its negative impact on the agricultural sector. For this reason, the effects of climate change on SW and thus on agricultural production should be evaluated and necessary measures should be taken accordingly. The objective of this study was to investigate the impact of climate change on wheat grown soil moisture profile under Thrace Conditions.

The field trials were carried out at Tekirdag Viticulture Research Institute during 2016-2017 wheat growing season. To determine the effect of climate change on soil moisture profile, first, in the wheat cultivation area of Thrace, the SW content values estimated by SWAP model for the climatic conditions of 2016- 2017 development period were compared with the measured values and the model was calibrated and tested. Then, the effect of the predicted climate change data by RegCM3 Regional Climate Model with A2 scenario for short (2020-2030), medium (2046-2055) and long-term (2076-2085) periods on SW regime was simulated. Meteorological data such as temperature, precipitation, humidity, wind velocity, global solar radiation were recorded by the meteorological station (Davis Vantage Pro2) whereas SW content at two points and three different depths, namely, 30, 60 and 90 cm, were monitored by soil moisture sensor (Meter Group ECH2O EC-5, Irrrometer Model 200SS WATERMARK).

In the calibration of SWAP model, soil parameters including soil residual ( $\theta_{res}$ ) and saturated ( $\theta_{sat}$ ) water contents and saturated hydraulic conductivity ( $K_{sat}$ ) besides  $\alpha$ ,  $\lambda$  and  $n$  parameters in van Genuchten (1980) and Mualem (1976) pedo-transfer functions Equations were adjusted. The measured and modelled values were evaluated daily considering regression analysis ( $r^2$ ) results, normalized standard errors (NRMSE) and model efficiency coefficients (ME).

To model the effect of climate change on SW in the short (2020-2030), medium (2046-2055) and long (2076-2085) terms, the outputs of RegCM3 Regional Climate Model with A2 scenario were used as inputs in SWAP model and forecasted water content values of wheat grown soil profile for future were compared with the ones measured in 2016-2017. Both, SW content as a function of depth at different times during the growing season and trends in the soil moisture content of specified depths as a function of time were taken into account in the assessment of climate change on SW content.

In the previous case, a more dynamic and variable water content values were observed in 30 cm soil depth compared to 60 and 90 cm soil depths. The reason for this is that 30 cm soil depth directly exposes to precipitation, radiation and other air conditions effective on evaporation. Minimal changes in the water content of 90 cm depth were observed. When the statistical results during the calibration and testing process of the model were evaluated, ME,  $r^2$  and NRMSE values were found to 0,59, 0,60 and 0,08 at 30 cm; 0,16, 0,19 and 0,08 at 60 cm, 0,73, 0,80 and 0,02 at 90 cm depths and daily average 0,82, 0,93 and 0,06, respectively. The best fit between the measured and simulated water contents values was observed for 90 cm depth.

When the trends in the soil moisture content of a specified depth as a function of time were taken into account, a wide variation was seen. However, the variation remained between the field capacity and wilting point during the growing season of wheat. It is concluded that climate change will not cause significant soil moisture change which will affect the yield.

Bitkisel üretimde en önemli parametrelerden biri olan ve doğrudan bitki gelişimi ve verimini etkileyen toprak neminin tahmin edilmesi çok önemlidir. Toprak nemini en çok etkileyen faktörlerin başında iklim gelmektedir. İklim parametrelerinden özellikle sıcaklık ve yağıştaki değişimlerin toprak nemi üzerindeki etkilerini belirleyebilmek, gelecekte bitki verimlerini tahmin edebilmek açısından çok önemlidir. İklim değişikliğinin tarım sektöründeki olumsuz etkilerini azaltmak için öncelikle iklim değişikliğinin tahmin edilmesi, daha sonra olası değişikliklerin toprak nemine ve dolayısıyla tarımsal üretime etkilerinin iyi değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

Yıllardan beri bilinen ve tartışılan iklim değişikliği günümüzde en büyük tehdit olarak karşımıza çıkmaktadır. Küresel iklim değişikliği önemli oranda insan kaynaklı sera gazları tarafından gerçekleştiği, Hükümetler arası İklim Değişikliği Panelinin son toplantısında (Pachauri ve ark. 2014) tartışmalara yer bırakmayacak şekilde vurgulanmıştır. İklim değişikliği senaryolarının küresel ölçekte iklim modelleri yoluyla bölgesel ölçeğe indirgenmesi ve sonuçlarının incelenmesi, ülkemizin, enerji, tarım ve su kaynakları yönetimi gibi alanlardaki gelecekle ilgili planlamalarını yakından ilgilendirmektedir (Önol ve ark. 2009; Şen ve ark. 2013; İklimSu 2016).

İklim değişikliği ile birlikte yağış dağılımı, miktarı ve sıcaklık değerlerinin büyük ölçüde değişeceği öngörülmektedir. Bu değişiklikten de birçok sektörün etkileneceği tahmin edilmektedir. Dolayısı ile iklim değişikliğinin sektörler üzerine etkilerini azaltmak ve önlemek için yerel, bölgesel, ulusal veya uluslararası düzeyde çalışmalar yapılması gerekmektedir. Her bölgede sektörler, kendi çalışma alanı kapsamındaki olması gereken önlemleri bilmek ve gerekenleri yapmak zorundadır. İklim değişikliğinin ülkemizde de su kaynaklarını ve tarımsal üretimi kısıtlayıcı bir rol oynayacağı beklenmektedir. Bu nedenle ülkemiz su kaynaklarının planlaması ve yönetimi yanında tarımsal üretimde iklim değişikliğinin potansiyel etkileri dikkate alınmalı, olası değişimlere karşı hassasiyetleri irdelenmelidir (Özkul ve ark. 2008; İklimSu, 2016). Diğer taraftan bu etkileri azaltmak için öncelikle iklim değişikliğinin karbon emisyon senaryoları ışığında bölgesel anlamda yüksek çözünürlükle tahmin edilmesi daha sonra olası değişikliklerin su kaynakları ve tarımsal üretime etkilerinin iyi değerlendirilmesi ve uyum kapasitesinin geliştirilmesi gerekmektedir. İklim değişikliğinin etkileri alansal ve zamansal ölçekte farklılık göstermektedir. Hangi bölgelerde, hangi sektörlerin, hangi düzeyde etkileneceğinin belirlenmesi, ülkelerin iklim değişikliğinin sonuçlarına hazırlıklı olması ve iklim değişikliğine uyum bakımından çok önemlidir (Demir ve ark. 2008).

İklim değişikliğinin tarımsal üretimde stratejik bir öneme sahip olan buğday verimine etkisi dünyada farklı ülkelerde birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır (Andarzian ve ark. 2011; Mkhabela ve ark. 2012; Singh ve ark. 2013; Tripathy ve ark. 2013; Mishra ve ark. 2013; Bregaglio ve ark. 2015). Ülkemizde ise konu bölgesel anlamda zamansal ve mekansal olarak farklı araştırmacılar tarafından, geniş bir şekilde incelenmiştir (Kapur ve ark. 2007; Şimşek ve ark. 2007; Kapur 2010; Koç 2011; Kale ve Tari 2012). Gerek dünyada ve gerekse Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan bu çalışmalarda iklim ve diğer yerel koşullara bağlı olarak, iklim değişikliğinin, buğdayda farklı düzeylerde verim artması ve azalmasına sebep olacağı rapor edilmiştir. Trakya Bölgesi'nde yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde ise, buğday bitkisinde yer yer %50'ye varan verim artışları ve hatta bölgenin bazı kesimlerinde %50'nin üzerinde verim artışları olacağı tahmin edilmiştir (Çaldağ 2000; Çaldağ 2009; Deveci 2015; Konukcu ve ark. 2017). Trakya Bölgesi'nde iklim değişiminin buğday yetiştirme döneminde toprak nem rejimini nasıl etkileyeceğinin ileriye dönük tahmini, bölgede iklim değişikliğinin buğday verimine olumlu etkisinin tam olarak anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. İklim değişiminin buğday yetiştirilen alanlarda toprak nem profiline etkisi üzerine yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Deveci (2015), buğday ve ayçiçeği bitkilerinde iklim değişikliğinin toprak nemine etkilerini SWAP Modeli ile tahmin etmiştir. Ancak, karar vericilere daha sağlıklı bilgi üretebilmek için, bölgede bu konu ile ilgili araştırmaların çeşitlendirilmesi ve detaylandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

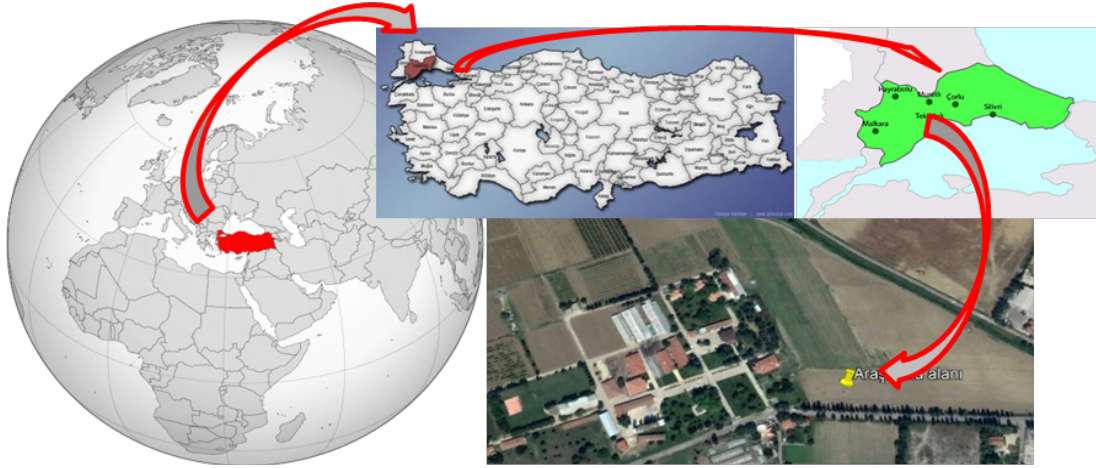
Bu çalışmanın amacı; Trakya Bölgesi'nde, 2016-2017 yılı için ölçülmüş gerçek iklim ve toprak nem değerleri ile test edilen SWAP Modelde kısa (2020-2030), orta (2046-2055) ve uzun (2076-2085) vadede iklim değişikliğinin, buğday yetiştirilen alanda, toprak nemine etkisini modellemek, bölgede iklim değişikliği ile buğday verimindeki önemli artışı açıklığa kavuşturmak, muhtemel iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerine olabilecek olumsuz etkilerinin azaltılması için öneriler sunmaktır.

## Materyal ve Yöntem

### Araştırma Alanı

Araştırma, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür (Şekil 1). Alanının denizden yüksekliği 4,0 m olup, 40° 59' kuzey enlemi ve 27° 29' doğu boylamındadır.





Şekil 1. Araştırma alanı

Figure 1. Research area

### Araştırma Alanının İklimi

Araştırma alanına ilişkin iklim verileri, Tekirdağ Meteoroloji Müdürlüğü'nden elde edilmiştir (Çizelge 1). Uzun yıllar (1970-2011) meteorolojik verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 14,0 °C'dir. Aylık sıcaklık ortalamaları açısından en soğuk ay 4,9 °C ile Ocak, en sıcak ay ise 23,8 °C ile Temmuz'dur. Yıllık ortalama toplam yağış miktarı 576,8 mm'dir. Yağışın büyük bir kısmı Ekim ile Nisan ayları arasındaki dönemde gerçekleşmektedir. Yıllık ortalama bağıl nem %77,9, yıllık ortalama rüzgâr hızı ise 2,8 m s<sup>-1</sup>'dir (Anonim 2012).

### Araştırma Alanının Toprak Özellikleri

Araştırma alanı toprak özelliklerini belirlemek için 14.10.2016 tarihinde bir adet profil çukuru açılmıştır. 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm'lik katmanlardan alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri üzerinde tarla kapasitesi, solma noktası, bünyesi, hacim ağırlığı, toplam tuz ve pH değerleri belirlenmiş, analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırma alanına ilişkin iklim değerlerinin uzun yıllar ortalamaları (1970–2011) (Anonim 2012)

Table 1. Long-term average climate values of the research area (1970–2011) (Anonymous 2012)

| Aylar           | Ortalama sıcaklık (°C) | Ortalama en yüksek sıcaklık (°C) | Ortalama en düşük sıcaklık (°C) | Ortalama bağıl nem (%) | Ortalama rüzgâr hızı (m s <sup>-1</sup> ) | Ortalama toplam yağış (mm) |
|-----------------|------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------|---|----------------------------|
| Ocak            | 4,9                    | 8,3                              | 2,2                             | 83,1                   | 3,0                                       | 60,3                       |
| Şubat           | 5,1                    | 8,8                              | 2,2                             | 80,8                   | 3,1                                       | 54,5                       |
| Mart            | 7,4                    | 11,1                             | 4,2                             | 80,5                   | 2,9                                       | 55,2                       |
| Nisan           | 11,9                   | 15,7                             | 8,1                             | 78,5                   | 2,4                                       | 41,9                       |
| Mayıs           | 16,7                   | 20,5                             | 12,4                            | 76,8                   | 2,3                                       | 38,4                       |
| Haziran         | 21,4                   | 25,3                             | 16,5                            | 73,5                   | 2,3                                       | 37,1                       |
| Temmuz          | 23,8                   | 27,9                             | 18,9                            | 70,6                   | 2,7                                       | 24,3                       |
| Ağustos         | 23,6                   | 28,0                             | 19,2                            | 71,7                   | 2,9                                       | 14,6                       |
| Eylül           | 19,9                   | 24,3                             | 15,8                            | 75,0                   | 2,8                                       | 37,8                       |
| Ekim            | 15,3                   | 19,5                             | 11,9                            | 79,3                   | 2,9                                       | 65,2                       |
| Kasım           | 10,5                   | 14,4                             | 7,4                             | 82,3                   | 2,8                                       | 73,7                       |
| Aralık          | 7,0                    | 10,3                             | 4,1                             | 82,7                   | 3,2                                       | 73,8                       |
| Yıllık Ortalama | 14,0                   | 17,8                             | 10,2                            | 77,9                   | 2,8                                       | 48,1                       |

Çizelge 2. Araştırma alanındaki toprakların bazı önemli fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 2. Some important physical and chemical properties of soils in the research area

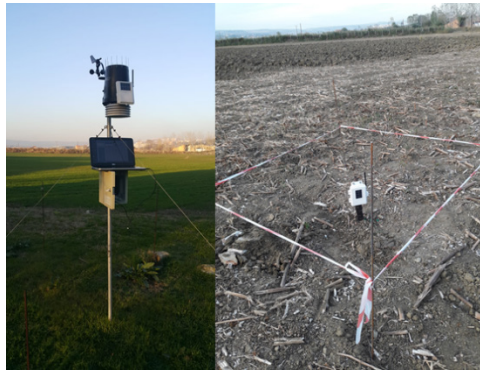
| Derinlik (cm) | pH   | Toplam tuz (%) | Bünye   |          |         | Bünye sınıfı | Tarla kapasitesi (% Ağırlık) | Solma noktası (% Ağırlık) | Hacim ağırlığı (gr cm <sup>-3</sup> ) |
|---------------|------|----------------|---------|----------|---------|--------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
|               |      |                | Kil (%) | Silt (%) | Kum (%) |              |                              |                           |                                       |
| 0-30          | 7,93 | 0,05           | 37,15   | 30,72    | 32,13   | Killi Tın    | 27,20                        | 16,243                    | 1,31                                  |
| 30-60         | 7,96 | 0,05           | 37,15   | 30,72    | 32,13   | Killi Tın    | 25,92                        | 16,292                    | 1,36                                  |
| 60-90         | 7,88 | 0,05           | 24,65   | 45,30    | 30,05   | Tın          | 27,85                        | 15,827                    | 1,42                                  |

### Buğday Bitkisi

Araştırma alanına buğday tohumları 24.10.2016 tarihinde mibzerle ekilmiş, ilk kardeşlenme 20.03.2017 tarihinde görülmüş, 03.07.2017 tarihinde ise hasat edilmiştir. Ekiminden 5 gün sonra ilk çıkış görülmüştür. Ekilen buğday çeşidi rumeli olup, ekmeclik buğdaydır. Tohum ekimi ile birlikte taban gübresi olarak dekara 30 kg 20-20-0, ekimin dördüncü ayında 20 kg üre, altıncı ayında ise 15 kg amonyum sülfat gübresi tatbik edilmiştir. Yetiştirme dönemi içerisinde külleme, kök boğazı ve septoryya karşı yabancı ot ilacı, hububat hortumlu böceği için insektisit atılmıştır.

### Meteoroloji Ölçüm İstasyonu ve Toprak Nem Sensörleri ile Bunlardan Elde Edilen Veriler

Araştırma alanına 08.11.2016 tarihinden başlamak üzere araştırma süresince kesintisiz ölçüm yapmış olan meteoroloji ölçüm istasyonu ve toprak nemi sensörleri kurulmuş, bu istasyon ve sensörler vasıtasıyla iklim ve toprak nemi verileri ölçülmüştür (Şekil 2). Meteoroloji ölçüm istasyonu (Davis Vantage Pro2) ve toprak nemi ölçüm sensörleri (Meter Group ECH<sub>2</sub>O EC-5, Irrometer Model 200SS WATERMARK); biri dış ortam ölçümlerinin yapıldığı “sensör birimi”, diğeri iç ortam ölçümlerinin yapıldığı ve tüm verilerin gösterildiği, kayıt altına alındığı ve bilgisayar ortamına aktarıldığı “konsol birimi” olmak üzere iki parçadan oluşmaktadır. Verilerin bilgisayara aktarımı datalogger cihazı ile sağlanmıştır. Kurulmuş olan bu sistem ile 10’ar dakika ara ile rüzgâr hızı (m s<sup>-1</sup>), yağış miktarı (mm), sıcaklık (°C), bağıl nem (%), atmosferik basınç (hPa), solar radyasyon (W m<sup>-2</sup>) ve toprak su potansiyeli (m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> ve cbar) ölçümleri yapılmıştır. Sistemde toplam 6 adet toprak su potansiyeli sensörü vardır. Bu sensörler her birine 3 adet olmak üzere iki farklı kablosuz aktarıcıya bağlanmıştır (Irrometer Model 200SS WATERMARK). Sensörler yardımıyla 2 ayrı noktada 30 cm, 60 cm ve 90 cm olmak üzere 3 farklı derinlikte ölçüm yapılmıştır. Ayrıca bu sensörlere ilave olarak 10.04.2017 tarihinde yine aynı noktalara 6 sensör daha takılarak (Meter Group ECH<sub>2</sub>O EC-5) 30 cm, 60 cm ve 90 cm derinliklerde hacimsel (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>) ölçüm de yapılmıştır.



Şekil 2. Araştırma alanındaki meteoroloji ölçüm istasyonu ve toprak nemi sensörleri

Figure 2. Meteorological station and soil moisture sensors in the research area

### Bölgesel İklim Değişikliği Tahmin Modeli: RegCM3

Bu çalışmada, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü’nün yürütücüsü olduğu “Türkiye için İklim Değişikliği Senaryoları” projesi kapsamında RegCM3 Bölgesel İklim Modeli ve A2 SRES (Emisyon Senaryoları Özel Raporu) senaryosu ile üretilmiş 27x27 km çözünürlüklü iklim verileri kullanılmıştır (Dalfes ve ark. 2008). RegCM3 Modeli Amerikan Atmosferik Araştırmalar Ulusal Merkezi (NCAR) tarafından geliştirilen dinamik ölçek küçültme yöntemi ile çalıştırılan bir bölgesel iklim modelidir. RegCM3 Bölgesel İklim Modeli’nin çalıştırılması başlangıçta iki temel adıma dayanmaktadır. Birincisi model alanının topografyasının ve arazi

kullanımının RegCM3 gridlerinde oluşturulmasıdır. Diğer adım ise başlangıç ve sınır koşullarının belirlenmesidir. RegCM3 Modeli'nin çıktıları temel olarak dört ana grupta toplanmıştır. Bunlar sırasıyla atmosfer, radyasyon, yüzey ve kimya değişkenleridir. ECHAM5 Genel Dolaşım Modeline ait düşük çözünürlüklü veriler dinamik ölçek küçültme yöntemiyle RegCM3 Modeli kullanılarak bölge ölçeğine indirgenmiştir. Çalışmada, 1961-1990 yılları arasındaki 30 yıl referans dönemi 2000-2099 yılları ise gelecek dönemi kapsamaktadır. Araştırmada kullanılan model çıktıları günlük olarak, minimum sıcaklık ( $^{\circ}\text{K}$ ), maksimum sıcaklık ( $^{\circ}\text{K}$ ), rüzgâr hızı ( $\text{m s}^{-1}$ ), yağış ( $\text{mm}$ ) ortalama nem (%) ve global güneş radyasyonu ( $\text{W cm}^{-2}$ ) değerlerini kapsamaktadır.

### Toprak Nemi Tahmin Modeli: SWAP

Bu araştırmada, toprak neminin tahmin edilmesinde SWAP (Soil Water Atmosphere Plant) Model (Version 3.2) kullanılmıştır. SWAP Modeli, sulama ve drenajı da içeren farklı tiplerdeki sınır koşulları altında, üzerinde bitki bulunan bir topraktaki su ve eriyik dengesini ele alan bir simülasyon modelidir. Bu model SWATR(E), SWACROP, SWAP 93 ve SWAP 3.0.3 gibi agrohidrolojik modellere dayanılarak Wageningen Agricultural University'den Feddes ve ark. (1978) tarafından geliştirilmiştir. SWAP, toprak, su, atmosfer ve bitki etkileşimini modellemektedir.

Modelin çalışması için gerekli olan iklim verileri günlük minimum sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ), maksimum sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ), ortalama buhar basıncı (kPa), rüzgâr hızı ( $\text{m s}^{-1}$ ), yağış ( $\text{mm}$ ) ve global güneş radyasyonu ( $\text{kJ m}^{-2}$ ) değerleridir. Toprak verileri olarak toprak profilinin geometrisi ve pedotransfer fonksiyonlar yani doymuş hidrolik iletkenlik ( $\text{cm gün}^{-1}$ ), kalıcı nem içeriği ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ), doymuş nem içeriği ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ), toprak bünyesi ile ilgili katsayılar ( $\alpha$ ,  $n$  ve  $m$ ) modele girilmektedir. Ayrıca başlangıç nem durumu belirlenerek, sulama ve drenajın, göllenme ve akış durumunun, ıslanma ve kurumunun, makrapor akışının, kar ve don durumunun, ısı ve eriyik iletiminin olup olmayacağını modelleme aşamasında belirtilmesi gerekmektedir. Bitki ile ilgili olarak da hangi bitkinin ekildiği, ekim ve hasat tarihleri, bitki gelişimi, maksimum köklenme derinliği, kök gelişim fonksiyonu, bitki yüksekliği, bitkinin toprağı kaplama oranı, su alım fonksiyonu ve verim etmeni gibi değişkenler girdi olarak kullanılmaktadır.

Model çıktı olarak su ve eriyik dengesi bileşenleri, derinliğin fonksiyonu olarak toprak sıcaklıkları ve nem içeriği, basınç yükü, evapotranspirasyon, eriyik konsantrasyonu, toprak profili üzerindeki sıcaklık dağılımı, drenaj akımları, yüzey su sisteminin nem dengesi ve yüzey suyu yönetimi bilgisi değerlerini vermektedir.

SWAP, toprak profilindeki su hareketini tanımlamak için Richard's denklemini kullanmaktadır. Modelin toprak su içeriğini kestirmede kullandığı eşitlik Richard's eşitliği olarak bilinmektedir. Bu eşitlik Darcy eşitliğinin süreklilik denklemi ile kombine edilmesiyle elde edilmiştir. Bu eşitlik toprağın hidrolik fonksiyonlarına ilişkin veri tabanının kullanılmasına ve her çeşit senaryo analizinin simülasyonuna olanak sağlamaktadır (Van Dam ve ark. 1997).

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial \left[ K(h) \left( \frac{\partial h}{\partial z} + 1 \right) \right]}{\partial z} - S_a(h) - S_d(h) - S_m(h) \quad (1)$$

$\theta$ : Hacimsel su içeriği ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ )

$t$ : Zaman (gün)

$K$ : Hidrolik iletkenlik ( $\text{cm gün}^{-1}$ )

$h$ : Toprak suyu basınç yüksekliği (cm)

$z$ : Toprak profilindeki herhangi bir derinlik (cm)

$S_a$ : Bitki kökleri tarafından toprak su çekme oranı ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3} \text{gün}^{-1}$ )

$S_d$ : Doymuş bölgede drenaj deşarjından alınan su ( $\text{gün}^{-1}$ )

$S_m$ : Makrapor değişim oranı ( $\text{gün}^{-1}$ )

### Meteoroloji Ölçüm İstasyonu ve Toprak Nemi Sensörlerinden Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Meteoroloji ölçüm istasyonu ve toprak nemi sensörleri her türlü hava ve arazi koşulunda 24 saat süresince 10'ar dakika ara ile kesintisiz olarak ölçüm yapabilecek özelliktedir. Buradan elde edilen iklim verileri günde bir veri olacak şekilde düzenlenmiştir. Daha sonra ise meteoroloji verileri modele girilebilecek ve toprak nemi verileri ise SWAP Model ile karşılaştırılabilir hale dönüştürülmüştür.

#### İklim Değişikliğinin Modellenmesi Sonucu Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

RegCM3 Bölgesel İklim Modeli kullanılarak yapılan "Türkiye için İklim Değişikliği Senaryoları" adlı projenin çıktıları olan A2 SRES senaryosuna ait gelecek yılları kapsayan kısa (2020-2030), orta (2046-2055) ve

uzun (2076-2085) dönem iklim verilerinin düzenlenmiş hali Konukcu ve ark. (2017) tarafından yapılan “Trakya Bölgesi’nde İklim Değişikliğinin Buğday Verimine Etkisinin Matematiksel Modellerle Tahmin Edilmesi” adlı çalışmadan alınmıştır. Kısa, orta ve uzun dönemler için elde edilen bu veriler SWAP Model’in girdi formatına uygun olarak düzenlenmiştir.

### Toprak Neminin Modellenmesi

İklim değişikliğinin toprak nemine etkisinin modellenmesi aşamasında, 2016-2017 yıllarında yürütülen buğday deneme alanından elde edilen nem değerleri kullanılmıştır. 08.10.2016 tarihinden itibaren, 30 cm, 60 cm ve 90 cm derinliklerden ölçülen toprak nemi değerleri ile SWAP Model’in hesapladığı toprak nemi değerleri karşılaştırılarak modelin kalibrasyonu yapılmıştır. RegCM3 Bölgesel İklim Modeli’nden elde edilen iklim verileri kalibre edilen SWAP Model’de kısa (2020-2030), orta (2046-2055) ve uzun (2076-2085) dönemler için tekrar çalıştırılarak geleceğe yönelik toprak nemi tahminleri yapılmıştır.

### Modelin çalıştırılması

Toprak nem içeriklerinin 2016-2017 yıllarında modellenip, kalibre edilebilmesi için öncelikle SWAP Modelde meteoroloji veri dosyasının oluşturulması gerekmektedir. Toprak nemi tahmin modelinde kullanılan iklim verileri kurulan meteoroloji ölçüm istasyonundan elde edilerek SWAP Model için oluşturulan meteoroloji veri dosyasına günlük olarak girilmiştir. Daha sonra SWAP Modelde buğday bitkisi için bitki veri dosyası SWAP Model’in ilave verilerinin olduğu bölümden alınarak kullanılmıştır. Son olarak da SWAP Modelde ana veri dosyası oluşturulmuştur. SWAP Model’in içinde yer alan ana veri girdi dosyasına ait genel bilgiler bölümü, meteoroloji bölümü, bitki bölümü, toprak su bölümü, drenaj bölümü, alt sınır koşulları bölümü, ısı iletimi bölümü ve eriyik iletimi bölümlerine ilgili veriler girilerek SWAP Model çalıştırılmıştır.

### Ölçülen ve Tahmin Edilen Toprak Nemi Değerlerinin Kalibrasyonu

SWAP Model’in kalibrasyonu 2016-2017 yılları için yapılmıştır. Toprağın hidrolik fonksiyonlarına (Van Genuchten (1980)-Mualem (1976)) ilişkin tanımlayıcı parametrelerinin hesaplanmasında RETC (Code for Quantifying the Hydraulic Functions of Unsaturated Soils) ve PTF (Pedo-Transfer Functions) yazılımları kullanılmıştır. Bu yıllarda ölçülen toprak nemi değerleri ile SWAP Model ile simüle edilen toprak nemi değerleri birbirine yaklaştırılmaya çalışılmıştır. Bu yaklaştırma işlemi yapılırken toprak ile ilgili olan  $\theta_{res}$  (kalıcı nem içeriği),  $\theta_{sat}$  (doymun nem içeriği),  $K_{sat}$  (doymun hidrolik iletkenlik),  $\alpha$  (ana kuruma eğrisi alfa katsayısı),  $\lambda$  (hidrolik iletkenlik fonksiyonundaki sabite) ve  $n$  ( $n$  parametresi) parametreleri değiştirilmiştir. Kalibrasyon sırasında değiştirilerek elde edilen Van Genuchten (1980)-Mualem (1976) parametrelerinin son hali 0-30 cm, 30-60 cm ve 60-90 cm derinlikleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı katmanlar için kalibre edilmiş Van Genuchten (1980)-Mualem (1976) hidrolik parametreleri

Table 3. The fitted Van Genuchten (1980)-Mualem (1976) hydraulic parameters for different soil layers

| Derinlik<br>(cm) | $\theta_{res}$<br>(cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> ) | $\theta_{sat}$<br>(cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> ) | $\alpha$<br>(cm <sup>-1</sup> ) | $n$<br>(-) | $\lambda$<br>(-) | $K_{sat}$<br>(cm gün <sup>-1</sup> ) |
|------------------|---|---|---------------------------------|------------|------------------|--------------------------------------|
| 0-30             | 0,00  | 0,450   | 0,0335                          | 1,400      | -3,239           | 99,132                               |
| 30-60            | 0,00  | 0,480   | 0,0360                          | 1,115      | -3,087           | 98,410                               |
| 60-90            | 0,00  | 0,450   | 0,0370                          | 1,150      | -3,250           | 15,080                               |

### Ölçülen ve Tahmin Edilen Toprak Nemi Değerlerinin İstatistiksel Analizi

Modelin geçerliliğinin istatistiksel değerlendirilmesi için SWAP Model’in kalibrasyonunda ilk olarak regresyon analizi ( $r^2$ ) yapılmıştır. Gözlenen ve modellenen değerler arasında 0 ile 1 arasında değişen  $r^2$  değeri doğrusal regresyon kurmakta ve modelin regresyon eğrisine uygunluğunu ifade etmektedir. Sonrasında ise normalize edilmiş standart hata (NRMSE) ve model etkinlik katsayısı (ME) hesaplanarak değerlendirme yapılmıştır (Júnior ve ark. 2010).

$$NRMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_i - O_i)^2}{n}} \quad (2)$$

$$ME = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2 - \sum_{i=1}^n (S_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad (3)$$

Bu eşitliklerde  $n$ , toplam gözlem sayısını,  $O_i$  ölçülen ve  $S_i$  de modellenen toprak nemi değerlerini, ise ölçülen değerlerin ortalamasını ( $i=1$ 'den  $n$ 'ye kadar) ifade etmektedir. ME ve NRMSE değerleri 0 ile 1 arasında değişmektedir. Ölçülen ve modellenen sonuçların istatistiksel olarak uyumlu olabilmesi için ME değerinin 0,5 ile 1,0 arasında olması gerekmektedir. Burada ME=1 ifadesi, model ile ölçülen değerler arasında mükemmel bir uyum olduğunu, ME=0 ifadesi ise model ile ölçülen değerlerin birbirinden oldukça uzak değerler olduğunu göstermektedir (Junior ve ark. 2010).

### İklim Değişikliğinin Toprak Nemine Etkisinin Modellenmesi

İklim değişikliğinin toprak nemine etkisinin modellenmesi aşamasında, RegCM3 Bölgesel İklim Modeli A2 senaryo sonuçlarından elde edilen ve Konukcu ve ark. (2017) tarafından yapılan "Trakya Bölgesi'nde İklim Değişikliğinin Buğday Verimine Etkisinin Matematiksel Modellerle Tahmin Edilmesi" adlı çalışmadan alınan günlük en düşük sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ), en yüksek sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ), ortalama buhar basıncı (kPa), rüzgâr hızı ( $\text{m s}^{-1}$ ), günlük toplam yağış (mm) ve toplam global güneş radyasyonu ( $\text{kJ m}^{-2}$ ) değerleri SWAP Modele girilerek buğday bitkisi için kısa (2020-2030), orta (2046-2055) ve uzun (2076-2085) dönemler için toprak nemi değerleri tahmin edilmiştir.

## Bulgular ve Tartışma

### Toprak Nemi Modelleme Sonuçları

İklim değişikliğinin toprak nemine etkisinin modellenmesi aşamasında Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde 2016-2017 yılları arasında buğday tarlasından 30 cm, 60 cm ve 90 cm derinliklerinden ölçülen toprak nemi değerleri ile 2016-2017 dönemi için SWAP Model'in hesapladığı toprak nemi değerleri karşılaştırılarak modelin kalibrasyonu yapılmış daha sonra ise RegCM3 Bölgesel İklim Modeli'nden elde edilen iklim verileri ile kısa (2020-2030), orta (2046-2055) ve uzun (2076-2085) dönemler için toprak nemi değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

### Ölçülen ve Tahmin Edilen Toprak Nemi Değerleri

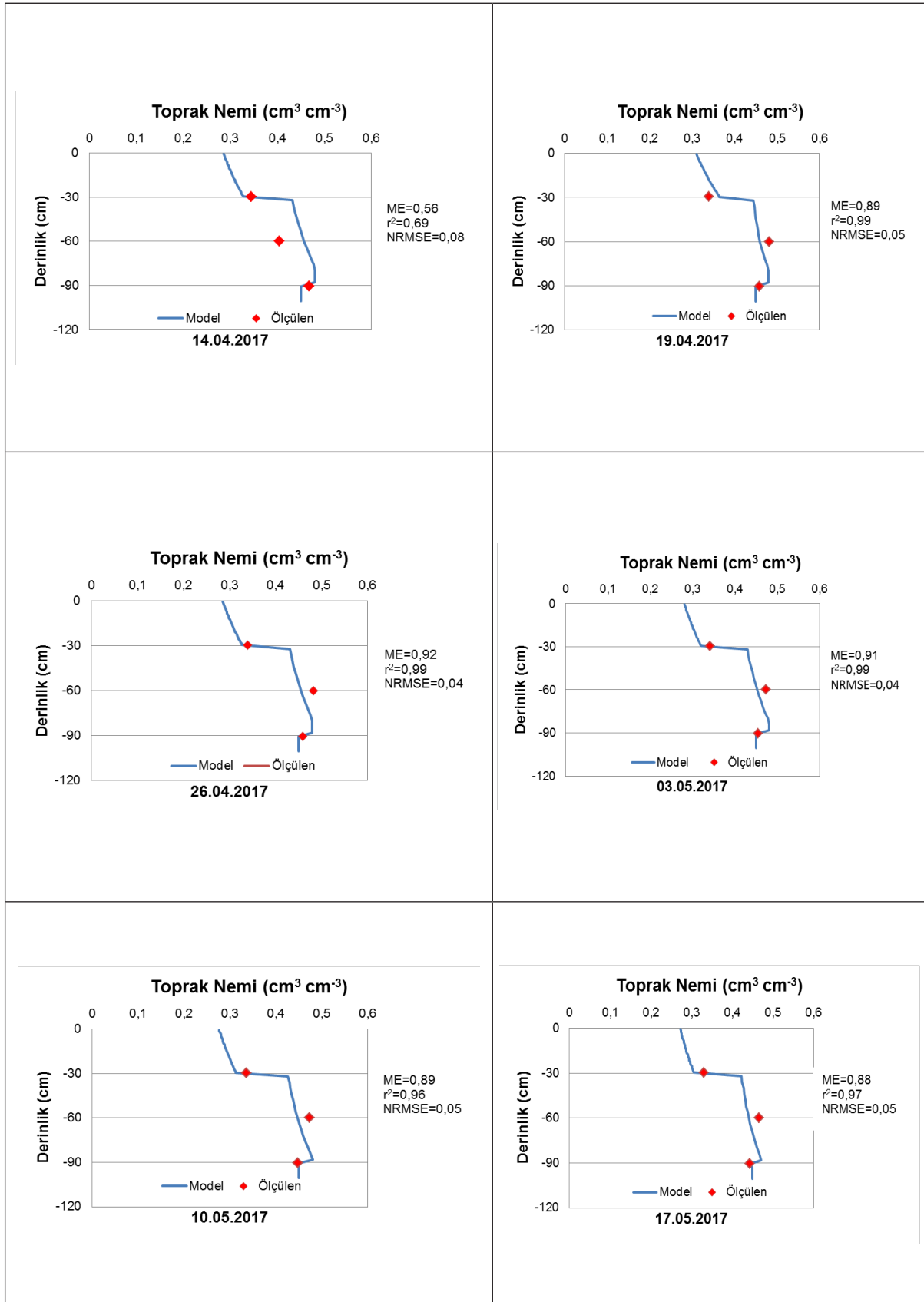
Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ndeki arazide buğday bitkisinin ekili olduğu alanda toprak nemi değerleri 2016-2017 döneminde 10.04.2016 tarihinden 03.07.2017 tarihine kadar buğday gelişme dönemi boyunca 85 gün kesintisiz ölçülmüş ve modellenen toprak nemi değerleri ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır (Çizelge 4). Buna göre ölçülen ve tahmin edilen toprak nemi değerleri istatistiksel olarak oldukça uyumlu sonuçlar vermiştir. Şekil 3 ve Şekil 4'te 10.04.2016 tarihinden 03.07.2017 tarihine kadar olan süre boyunca haftada 1 gün olmak üzere derinlik ile toprak nemi arasındaki değişim gösterilmiştir. Şekil 3 ve Şekil 4'e bakıldığında 30 cm ve 90 cm derinliklerde ölçülen ve tahmin edilen toprak nemi değerlerinin 60 cm'deki değerlere göre daha uyumlu olduğu gözlenmiştir. Bundan dolayı her katman için kendi içinde istatistiksel analizler yapıldığında elde edilen ME,  $r^2$ , NRMSE değerleri sırası ile 30 cm'de 0,59-0,60-0,08, 60 cm derinlikte 0,16-0,19-0,08 ve 90 cm'de 0,73-0,80-0,02 olarak hesaplanmıştır. Tsiros ve ark. (1998) toprak su rejimini Richard's denkleminin numerik çözümüne dayandırmışlar ve buna göre Richard's denkleminin numerik çözümüne dayanan yöntemin üst ve alt toprak bölgelerinin her ikisi için de daha doğru sonuç verdiğini gözlemlemişlerdir. Dolayısı ile bu çalışmada kullanılan SWAP Model de Richard's denklemini esas aldığından dolayı elde edilen istatistiksel sonuçlar Tsiros ve ark. (1998)'nin yaptıkları çalışma ile benzer bir şekilde uyum göstermektedir. Sonuç olarak 30 cm ve 90 cm toprak derinliklerinde istatistiksel olarak daha anlamlı bir doğrulama söz konusudur. Ayrıca her bir katman için ölçülen ve kalibre edilen toprak nemi değerleri Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir. Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'ye bakıldığında elde edilen sonuçlar bu durumu doğrular niteliktedir.

Ancak her ne kadar 60 cm'deki toprak derinliğinde daha az tutarlılık görünse de 30 ve 90 cm toprak derinliklerindeki anlamlı tutarlılık, günlük olarak ve 30, 60 ve 90 cm derinliklerindeki toprak profili esas alındığında 10.04.2016 tarihinden 03.07.2017 tarihine kadar olan süre boyunca bu durumun tölere edildiğini ve istatistiksel olarak anlamlı düzeyde uyum sağlandığını göstermektedir (Çizelge 4).

**Çizelge 4. 2016-2017 Yılında ölçülen ve tahmin edilen değerlerin istatistiksel test sonuçları**

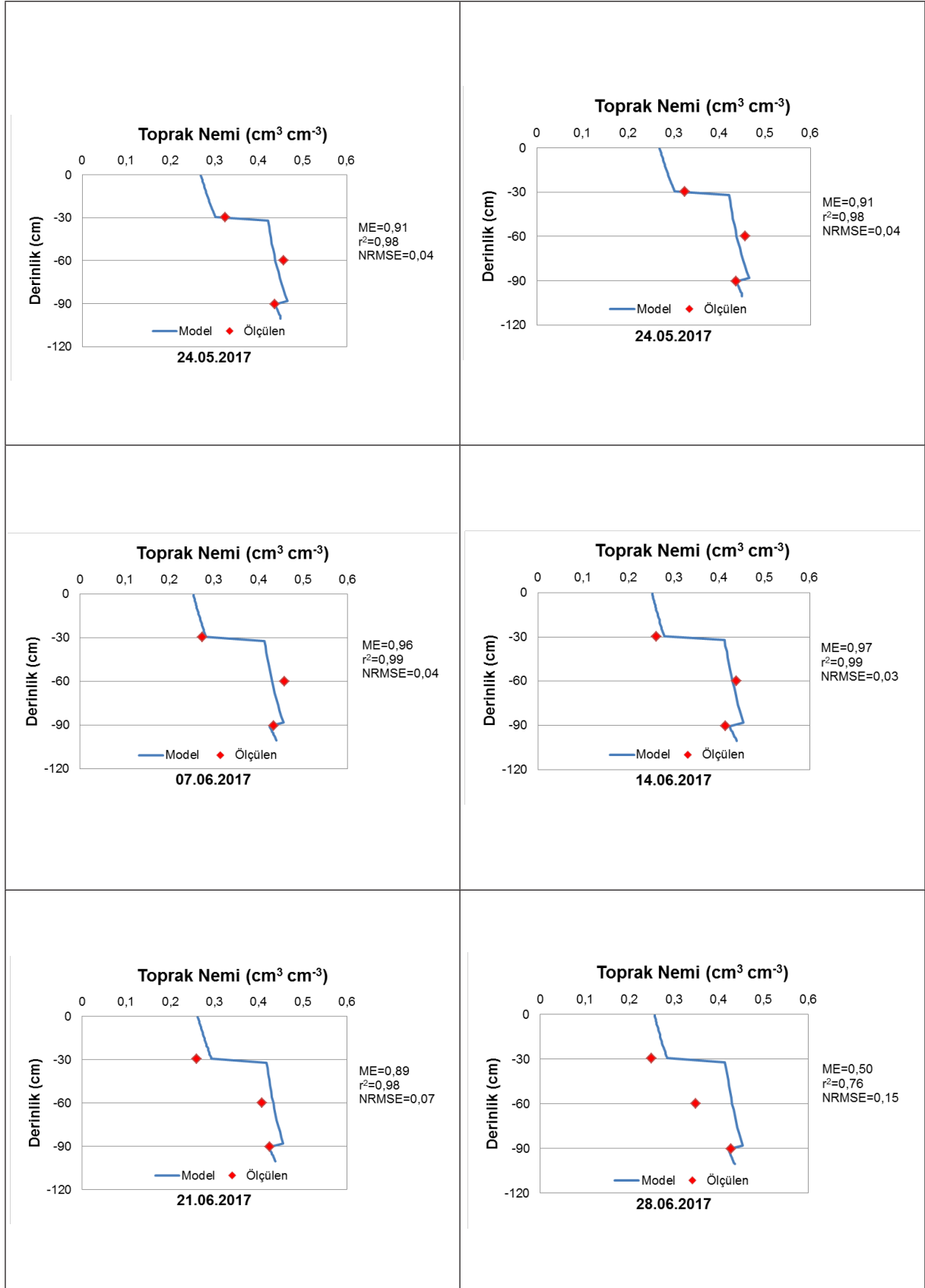
**Table 4. Statistical test results of measured and estimated values for 2016-2017**

| Gün | Tarih      | ME   | r <sup>2</sup> | NRMSE | Gün      | Tarih      | ME   | r <sup>2</sup> | NRMSE |
|-----|------------|------|----------------|-------|----------|------------|------|----------------|-------|
| 1   | 10.04.2017 | 0,52 | 0,64           | 0,09  | 44       | 23.05.2017 | 0,93 | 0,98           | 0,04  |
| 2   | 11.04.2017 | 0,53 | 0,65           | 0,09  | 45       | 24.05.2017 | 0,91 | 0,98           | 0,04  |
| 3   | 12.04.2017 | 0,54 | 0,67           | 0,09  | 46       | 25.05.2017 | 0,85 | 0,98           | 0,05  |
| 4   | 13.04.2017 | 0,55 | 0,68           | 0,08  | 47       | 26.05.2017 | 0,83 | 0,98           | 0,06  |
| 5   | 14.04.2017 | 0,56 | 0,69           | 0,08  | 48       | 27.05.2017 | 0,81 | 0,98           | 0,06  |
| 6   | 15.04.2017 | 0,54 | 0,70           | 0,08  | 49       | 28.05.2017 | 0,82 | 0,98           | 0,06  |
| 7   | 16.04.2017 | 0,55 | 0,72           | 0,08  | 50       | 29.05.2017 | 0,83 | 0,98           | 0,06  |
| 8   | 17.04.2017 | 0,11 | 0,55           | 0,08  | 51       | 30.05.2017 | 0,86 | 0,98           | 0,06  |
| 9   | 18.04.2017 | 0,87 | 1,00           | 0,04  | 52       | 31.05.2017 | 0,87 | 0,98           | 0,05  |
| 10  | 19.04.2017 | 0,89 | 0,99           | 0,05  | 53       | 01.06.2017 | 0,88 | 0,99           | 0,05  |
| 11  | 20.04.2017 | 0,90 | 0,99           | 0,05  | 54       | 02.06.2017 | 0,91 | 0,99           | 0,05  |
| 12  | 21.04.2017 | 0,91 | 0,99           | 0,04  | 55       | 03.06.2017 | 0,93 | 0,99           | 0,05  |
| 13  | 22.04.2017 | 0,93 | 0,98           | 0,04  | 56       | 04.06.2017 | 0,94 | 0,99           | 0,04  |
| 14  | 23.04.2017 | 0,93 | 0,99           | 0,04  | 57       | 05.06.2017 | 0,95 | 0,99           | 0,04  |
| 15  | 24.04.2017 | 0,92 | 0,99           | 0,04  | 58       | 06.06.2017 | 0,96 | 0,99           | 0,04  |
| 16  | 25.04.2017 | 0,92 | 0,99           | 0,04  | 59       | 07.06.2017 | 0,96 | 0,99           | 0,04  |
| 17  | 26.04.2017 | 0,92 | 0,99           | 0,04  | 60       | 08.06.2017 | 0,95 | 0,99           | 0,05  |
| 18  | 27.04.2017 | 0,92 | 0,99           | 0,04  | 61       | 09.06.2017 | 0,92 | 0,93           | 0,06  |
| 19  | 28.04.2017 | 0,91 | 0,99           | 0,04  | 62       | 10.06.2017 | 0,96 | 0,98           | 0,04  |
| 20  | 29.04.2017 | 0,91 | 0,99           | 0,04  | 63       | 11.06.2017 | 0,97 | 0,99           | 0,04  |
| 21  | 30.04.2017 | 0,90 | 0,99           | 0,04  | 64       | 12.06.2017 | 0,97 | 0,99           | 0,03  |
| 22  | 01.05.2017 | 0,92 | 0,99           | 0,04  | 65       | 13.06.2017 | 0,97 | 0,99           | 0,03  |
| 23  | 02.05.2017 | 0,92 | 0,99           | 0,04  | 66       | 14.06.2017 | 0,97 | 0,99           | 0,03  |
| 24  | 03.05.2017 | 0,91 | 0,99           | 0,04  | 67       | 15.06.2017 | 0,97 | 0,99           | 0,04  |
| 25  | 04.05.2017 | 0,90 | 0,98           | 0,04  | 68       | 16.06.2017 | 0,97 | 1,00           | 0,04  |
| 26  | 05.05.2017 | 0,89 | 0,98           | 0,05  | 69       | 17.06.2017 | 0,97 | 1,00           | 0,04  |
| 27  | 06.05.2017 | 0,90 | 0,98           | 0,04  | 70       | 18.06.2017 | 0,92 | 1,00           | 0,06  |
| 28  | 07.05.2017 | 0,89 | 0,97           | 0,05  | 71       | 19.06.2017 | 0,95 | 0,99           | 0,04  |
| 29  | 08.05.2017 | 0,88 | 0,97           | 0,05  | 72       | 20.06.2017 | 0,93 | 0,99           | 0,06  |
| 30  | 09.05.2017 | 0,88 | 0,96           | 0,05  | 73       | 21.06.2017 | 0,89 | 0,98           | 0,07  |
| 31  | 10.05.2017 | 0,89 | 0,96           | 0,05  | 74       | 22.06.2017 | 0,86 | 0,96           | 0,08  |
| 32  | 11.05.2017 | 0,88 | 0,96           | 0,05  | 75       | 23.06.2017 | 0,84 | 0,94           | 0,08  |
| 33  | 12.05.2017 | 0,88 | 0,96           | 0,05  | 76       | 24.06.2017 | 0,77 | 0,90           | 0,10  |
| 34  | 13.05.2017 | 0,85 | 0,96           | 0,05  | 77       | 25.06.2017 | 0,68 | 0,85           | 0,12  |
| 35  | 14.05.2017 | 0,82 | 0,96           | 0,06  | 78       | 26.06.2017 | 0,59 | 0,81           | 0,13  |
| 36  | 15.05.2017 | 0,84 | 0,97           | 0,05  | 79       | 27.06.2017 | 0,54 | 0,78           | 0,14  |
| 37  | 16.05.2017 | 0,84 | 0,96           | 0,05  | 80       | 28.06.2017 | 0,50 | 0,76           | 0,15  |
| 38  | 17.05.2017 | 0,88 | 0,97           | 0,05  | 81       | 29.06.2017 | 0,49 | 0,77           | 0,15  |
| 39  | 18.05.2017 | 0,89 | 0,97           | 0,05  | 82       | 30.06.2017 | 0,44 | 0,76           | 0,16  |
| 40  | 19.05.2017 | 0,92 | 0,98           | 0,04  | 83       | 01.07.2017 | 0,40 | 0,75           | 0,16  |
| 41  | 20.05.2017 | 0,90 | 0,98           | 0,05  | 84       | 02.07.2017 | 0,41 | 0,76           | 0,16  |
| 42  | 21.05.2017 | 0,90 | 0,98           | 0,05  | 85       | 03.07.2017 | 0,44 | 0,77           | 0,16  |
| 43  | 22.05.2017 | 0,93 | 0,98           | 0,04  | Ortalama |            | 0,82 | 0,93           | 0,06  |



Şekil 3. Araştırma alanında ölçülen toprak nem içeriği ile model sonuçlarının karşılaştırılması

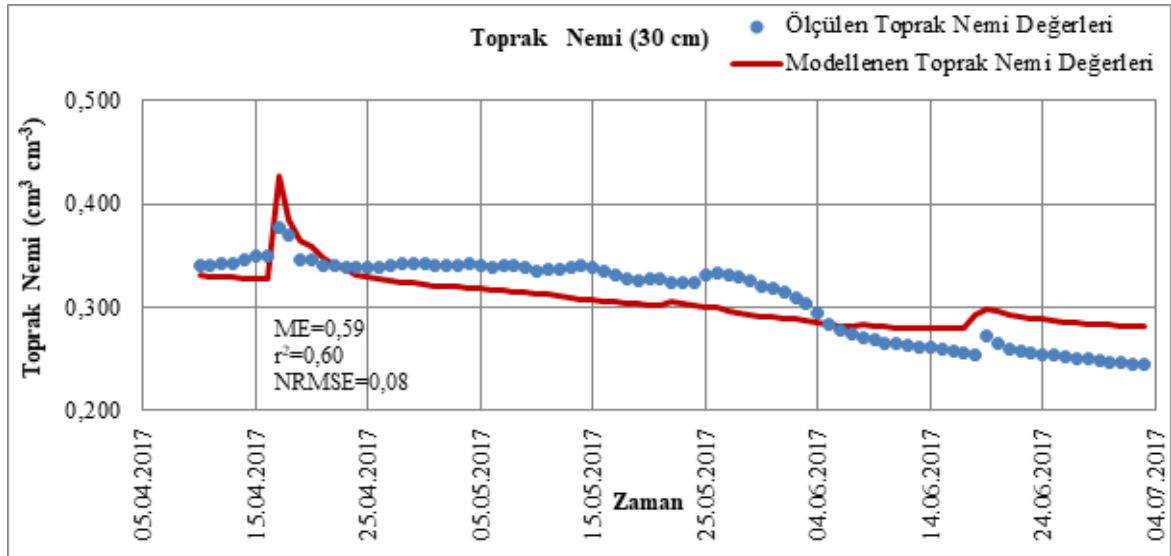
Figure 3. Comparison of simulated and measured water contents in the research area



Şekil 4. Araştırma alanında ölçülen toprak nem içeriği ile model sonuçlarının karşılaştırılması

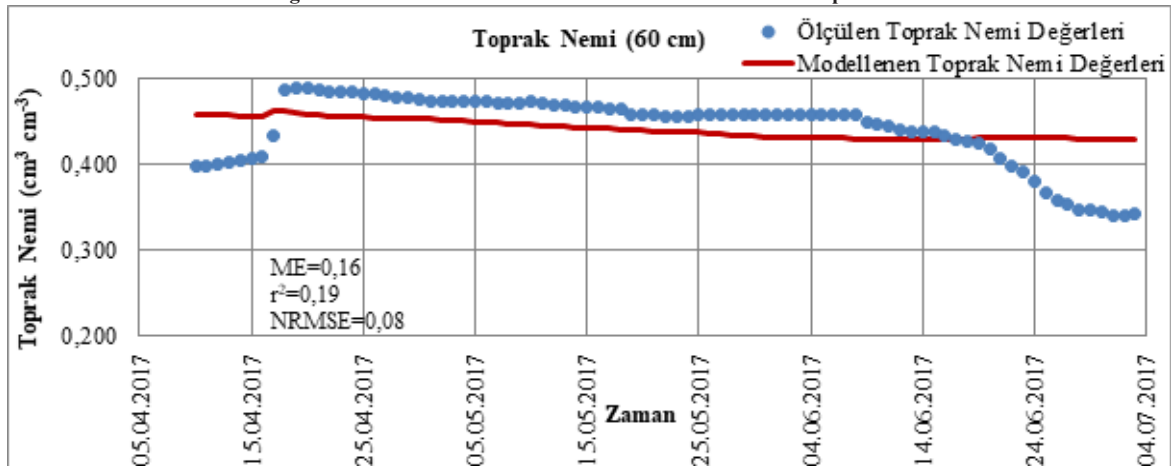
Figure 4. Comparison of simulated and measured water contents in the research area





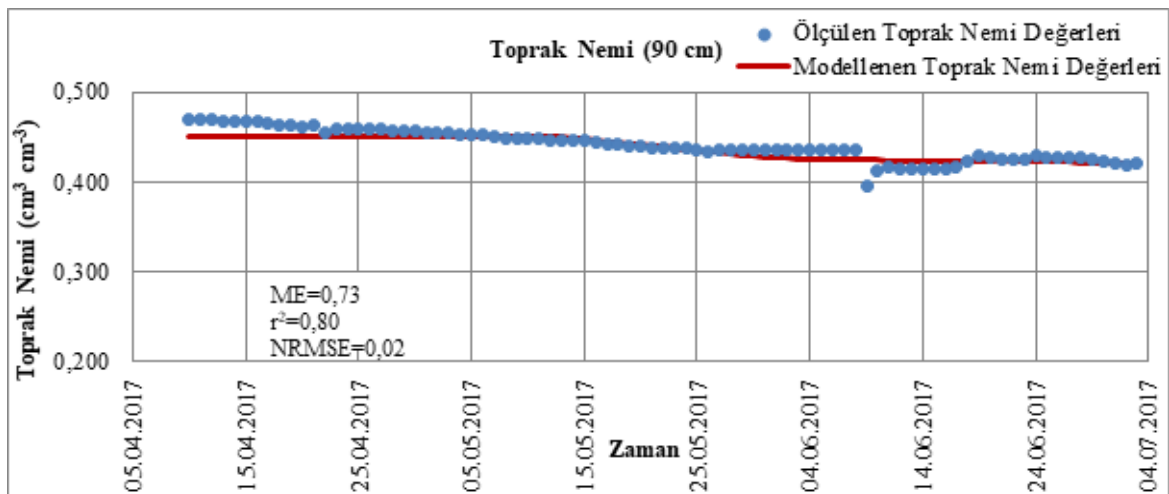
Şekil 5. 30 cm Derinlikteki ölçülen ve tahmin edilen toprak nem içeriği

Figure 5. Measured and simulated soil water content at the depth of 30 cm



Şekil 6. 60 cm Derinlikteki ölçülen ve tahmin edilen toprak nem içeriği

Figure 6. Measured and simulated soil water content at the depth of 60 cm

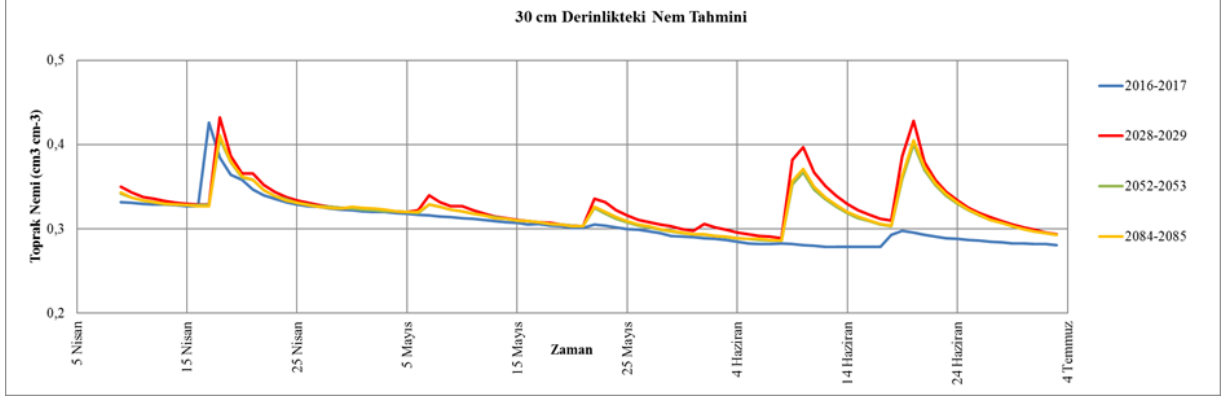


Şekil 7. 90 cm Derinlikteki ölçülen ve tahmin edilen toprak nem içeriği

Figure 7. Measured and simulated soil water content at the depth of 90 cm

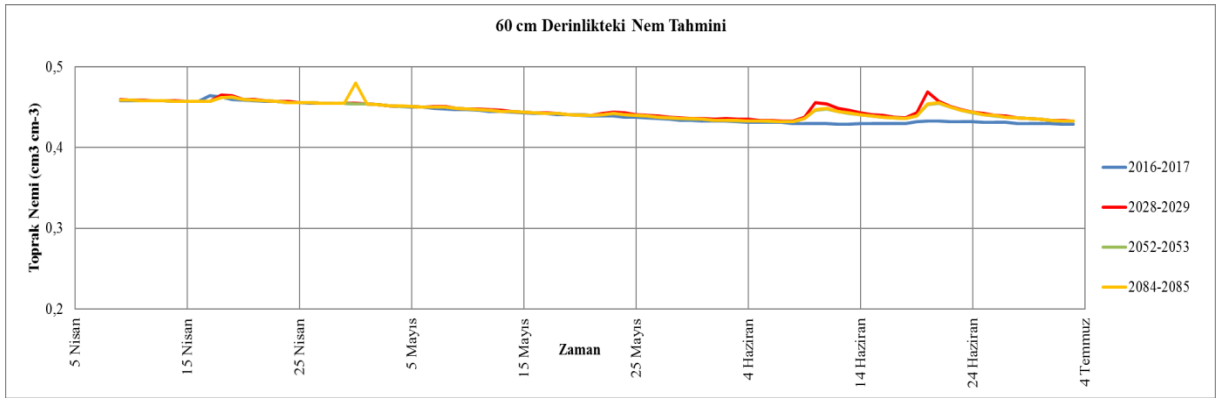
### Kısa (2020-2030), orta (2046-2055) ve uzun (2076-2085) dönemler için toprak neminin modellenmesi

Buğday bitkisi ekili alanda ölçülen toprak nemi değerleri ile modellenen toprak nemi değerleri Şekil 8, Şekil 9 ve Şekil 10'da gösterilmiştir.



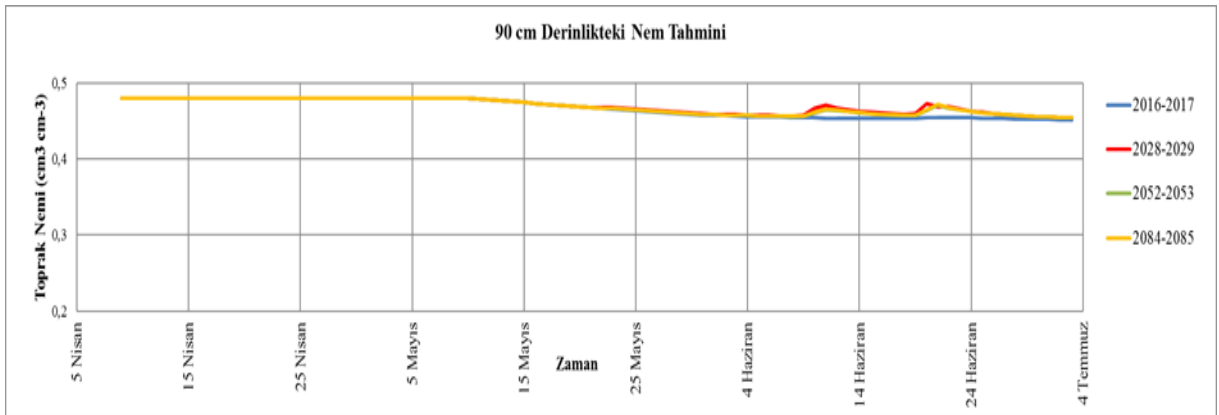
Şekil 8. 30 cm Derinlikte 2016-2017 dönemi ile kısa, orta ve uzun dönem toprak nem tahmin sonuçları

Figure 8. The Simulated short, medium and long term soil water contents against measured values during 2016-2017 growth period of wheat at the depth of 30 cm



Şekil 9. 60 cm Derinlikte 2016-2017 dönemi ile kısa, orta ve uzun dönem toprak nem tahmin sonuçları

Figure 9. The Simulated short, medium and long term soil water contents against measured values during 2016-2017 growth period of wheat at the depth of 60 cm



Şekil 10. 90 cm Derinlikte 2016-2017 dönemi ile kısa, orta ve uzun dönem toprak nem tahmin sonuçları

Figure 10. The Simulated short, medium and long term soil water contents against measured values during 2016-2017 growth period of wheat at the depth of 90 cm

Şekil 8, Şekil 9 ve Şekil 10 karşılaştırıldığında, 30 cm toprak derinliğinde, 60 ve 90 cm toprak derinliğine oranla daha dinamik ve değişken bir yapı gözlenmektedir. Bunun nedeni olarak 30 cm toprak derinliğinin yani üst yüzeyin yağış ve sıcaklığa karşı daha hassas olmasıdır. Daha dinamik bir yapıya sahip olan üst toprak katmanında toprak neminin tahmin edilmesi bu hassasiyetten dolayı daha zordur. Kalibrasyon aşamasındaki istatistiksel sonuçlar değerlendirildiğinde ME,  $r^2$ , NRMSE değerleri sırası ile 30 cm'de 0,59-0,60-0,08, 60 cm derinlikte 0,16-0,19-0,08 ve 90 cm'de 0,73-0,80-0,02 olarak hesaplanmış ve en iyi uyumun bu katmanda olduğu belirlenmiştir. 60 cm'deki toprak nemi değerleri de beklenildiği gibi 30 cm ve 90 cm'deki nem değerleri arasında değişkenlik göstermektedir. Bu durum Elmaloglou ve Malamos (2000) ve Devenci (2015) tarafından da doğrulanmaktadır.

Ortalama toprak nemi değerleri zaman bazında 2016-2017 dönemi ile kısa (2020-2030), orta (2046-2055) ve uzun (2076-2085) dönemler aylık olarak karşılaştırıldığında önemli farklılıklar gözlenmemiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. 2016-2017 Dönemi ile kısa (2020-2030), orta (2046-2055) ve uzun (2076-2085) dönem ortalama toprak nem içerikleri

Table 5. 2016-2017 Short (2020-2030), medium (2046-2055) and long-term (2076-2085) period average soil water contents

| Ortalama Toprak Nem İçerikleri (cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> ) |           |       |       |         |        |  |
|--|-----------|-------|-------|---------|--------|--|
| Derinlik   | Dönem     | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz |  |
| 30 cm  | 2016-2017 | 0,34  | 0,31  | 0,29    | 0,28   |  |
|  | 2020-2030 | 0,34  | 0,32  | 0,33    | 0,30   |  |
|  | 2046-2055 | 0,34  | 0,31  | 0,32    | 0,30   |  |
|  | 2076-2085 | 0,34  | 0,31  | 0,32    | 0,30   |  |
| 60 cm  | 2016-2017 | 0,46  | 0,44  | 0,43    | 0,43   |  |
|  | 2020-2030 | 0,46  | 0,44  | 0,44    | 0,43   |  |
|  | 2046-2055 | 0,46  | 0,44  | 0,44    | 0,43   |  |
|  | 2076-2085 | 0,46  | 0,44  | 0,44    | 0,43   |  |
| 90 cm  | 2016-2017 | 0,48  | 0,47  | 0,45    | 0,45   |  |
|  | 2020-2030 | 0,48  | 0,47  | 0,46    | 0,46   |  |
|  | 2046-2055 | 0,48  | 0,47  | 0,46    | 0,46   |  |
|  | 2076-2085 | 0,48  | 0,47  | 0,46    | 0,46   |  |

Yıllık ortalama toprak nemi sonuçlarına bakıldığında ise gelecekte nem miktarlarında önemli bir değişimin olmayacağı tahmin edilmiştir (Çizelge 5). Bunun nedeni, RegCM3 Bölgesel İklim Modeli'nden elde edilen ve toprak neminin modellenmesinde kullanılan 0,27-3,05 °C aralığındaki ortalama sıcaklık artışlarının ve kısa dönemde %13 (87 mm) yağış artışı, orta ve uzun dönemlerde %12-%14 (78 mm-91 mm) aralığındaki yağış azalmasının toprak nemi değişimine önemli bir etki yapmayacak olmasıdır. Devenci (2015) de yaptığı çalışmada toprak neminin, araştırma bölgesine yakın yerleşim yerleri olan Akıncılar, Sofular ve Çövenli bölgelerinde iklim değişikliğinden etkilenmeyeceğini tespit etmiştir. Bu iki çalışmanın sonuçları birbirini doğrular niteliktedir. Dolayısı ile elde edilen sonuçları değerlendirdiğimizde; araştırma bölgesinde iklim değişikliğinin, toprak nemini, buğday bitkisinin gelişme periyodu boyunca bitkinin fizyolojik gelişmesine çok fazla etki edecek şekilde değiştirmeyeceği sonucuna varılmıştır.

## Sonuç

İklim değişikliğinin toprak profili nem değişimine etkisinin belirlendiği bu çalışmada toprak nemi tahmininin de SWAP Model'den faydalanılmıştır. Araştırma kapsamında, 2016-2017 döneminde buğday ekili arazide, kesintisiz ölçüm yapabilecek şekilde meteoroloji ölçüm istasyonu ve toprak nemi sensörleri vasıtasıyla ölçülen toprak nem değerleri, modellenen toprak nemi değerleri ile karşılaştırılarak SWAP Model'in kalibrasyonu yapılmış ve istatistiksel olarak oldukça uyumlu (günlük ortalama ME=0,82,  $r^2=0,93$ , NRMSE=0,06) sonuçlar elde edilmiştir. Kalibrasyon parametreleri ile birlikte RegCM3 Bölgesel İklim Modeli kısa (2020-2030), orta (2046-2055) ve uzun (2076-2085) dönemler için çalıştırılmış ve geleceğe yönelik toprak nemi değerleri hesaplanmıştır.

Araştırmada, iklim değişikliğinin toprak nemine etkisi zaman bazında toprak profillerine göre nem analizi, zaman bazında toprak nem eğilim analizi şeklinde incelenmiştir. Zaman bazında toprak profillerine göre nem analizinde, 30 cm toprak derinliğinde, 60 ve 90 cm toprak derinliğine oranla daha dinamik ve değişken bir yapı gözlenmektedir. Bunun nedeninin 30 cm toprak derinliğinin yani üst yüzeyin yağış ve sıcaklığa direk maruz kalması olduğu düşünülmektedir. Üst toprak dinamik bir yapıya sahip olduğundan dolayı bu katmanda toprak

neminin tahmin edilmesi oldukça zordur. İyi bir stabiliteye sahip olan toprak derinliğinin beklenildiği gibi 90 cm olduğu görülmüştür. Kalibrasyon aşamasındaki istatistiksel sonuçlar değerlendirildiğinde; ME,  $r^2$ , NRMSE değerleri sırası ile 30 cm'de 0,59-0,60-0,08, 60 cm derinlikte 0,16-0,19-0,08 ve 90 cm'de 0,73-0,80-0,02 olarak hesaplanmış ve en iyi uyumun 90 cm'de olduğu görülmüştür. Ortalama toprak nemi değerleri zaman bazında değerlendirildiğinde; 2016-2017 dönemi ile kısa (2020-2030), orta (2046-2055) ve uzun (2076-2085) dönemlerin aylık olarak karşılaştırılmasında önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Zaman bazında toprak nemi eğilim analizinde yıllık ortalama toprak nemi sonuçlarına bakıldığında ise gelecekte nem miktarlarında önemli bir değişimin olmayacağı tahmin edilmiştir. Sonuç olarak zaman bakımından toprak nemi değerlendirildiğinde, toprak nemi değerleri bitki yetiştiriciliği için oldukça önemli olduğundan, iklim değişikliği ile birlikte toprak nemi değişimi sonuçları, özellikle buğday yetiştirme dönemi bakımından dikkate alındığında genel olarak toprak nemini etkileyecek düzeyde gözlenmemiştir.

Topraktaki nem koşulları ile birlikte, yağış, sıcaklık ve solar radyasyon değişimleri de verime etki eden önemli faktörlerin başında gelmektedir. İklim değişikliğinin tahmin edilmesinde kısa, orta ve uzun dönemlerde 0,27-3,05 °C aralığındaki ortalama sıcaklık artışlarının ve kısa dönemde %13 (87 mm) yağış artışı, orta ve uzun dönemlerde %12-%14 (78 mm-91 mm) aralığındaki yağış azalmasının gelecekte toprak neminde önemli bir değişimin olmayacağı tahmin edilmiştir. Buna rağmen bölgede buğday bitkisinde verim artışlarının olması ise gerekli olan yağışların, bitki su isteğinin olduğu zamanda yani bitki gelişme dönemlerinde olacağı şeklinde yorumlanmıştır. Bitki verim tahmini modelleme çalışmalarında vejetasyon dönemi kısıtlımı dikkate alınmadığı zamanlarda da verim artışlarının olabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca Trakya Bölgesi için yapılan çalışmalarda, buğday bitkisinin yetiştirilmesi için gerekli nem koşullarının ve bitki besin elementlerinin sağlanabilmesi ile birlikte gelecekte solar radyasyon ve en düşük sıcaklıkların yani gece sıcaklıklarının artışının buğday verimine olumlu katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

İklim değişikliğinin etkileri, tüm dünyada olduğu gibi araştırma alanını da, meteorolojik faktörler ve ekstrem iklim olayları (taşkın, kuraklık vb.) açısından etkilemektedir ve bu durumun gelecekte daha da fazla bir şekilde hissedileceği tahmin edilmektedir. Bu çalışma ile elde edilen sonuçların, özellikle tarımsal üretim konusunda söz sahibi olan kurumlara, sektörlerle ve karar vericilere, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini en aza indirmek, iklim değişikliğine karşı hassasiyeti azaltmak uyum sağlamak ve kapasite geliştirmek konularında bir karar destek sistemi sağlayacağı düşünülmektedir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından NKUBAP.42. DS.16.080 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

## Kaynaklar/References

- Andarzian B, Bannayan M, Steduto P, Mazraeh H, Barati ME, Barati MA, Rahnama A, 2011. Validation and testing of the aquacrop model under full and deficit irrigated wheat production in Iran. *Agricultural Water Management*. 100: 1-8.
- Anonim, 2012. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Tekirdağ İl Müdürlüğü Veri Bankası.
- Bregaglio S, Frasso N, Pagani V, Stella T, Francone C, Cappelli G, Acutis M, Balaghi R, Ouabbou H, Paleari L, Confalonieri R, 2015. New multi-model approach gives good estimations of wheat yield under semi-arid climate in Morocco. *Agron. Sustain. Dev.* 35:157-167.
- Çalıdağ B, 2000. Meteorolojik faktörlerin bitki gelişimine etkilerinin bitki iklim modelleri ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Çalıdağ B, 2009. Trakya Bölgesi'nin tarımsal meteorolojik özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Dalfes N, Karaca M, Şen ÖL, Kindap T, Önal B, Turunçoğlu UU, Bozkurt D, Fer İ, Akın HS, Çankur R, Ural D, Kılıç G, Coşkun M, Demir İ, 2008. Türkiye için iklim değişikliği senaryoları, TÜBİTAK. Proje No:105G015. <http://gaia.itu.edu.tr/>, (erişim tarihi: 19.11.2018).
- Demir İ, Kılıç G, Coşkun M, 2008. PRECIS bölgesel iklim modeli ile Türkiye için iklim öngörülleri: HadAMP3 SRES A2 Senaryosu. IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 25-28 Mart, 365-373, İstanbul.
- Deveci H, 2015. Trakya Bölgesi'nde iklim değişikliğinin yüzey su kaynakları, toprak nemi ve bitki verimine etkisinin modellenmesi. Doktora Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 210 s, Tekirdağ.
- Elmaloglou S, Malamos N, 2000. Simulation of soil moisture content of a prairie field with SWAP93. *Agricultural Water Management*. 43: 139-149.
- Feddes RA, Kowalik PJ, Zaradny H, 1978. Simulation of field water use and crop yield. *Simulation Monographs*. Pudoc. 189, Wageningen.
- İklimSu, 2016. İklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi raporu. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Proje Nihai Raporu, Yönetici Özeti, 67 s. [http://iklim.ormansu.gov.tr/ckfinder/userfiles/files/iklim\\_nihai%20Rapor\\_YoneticiOzeti.pdf](http://iklim.ormansu.gov.tr/ckfinder/userfiles/files/iklim_nihai%20Rapor_YoneticiOzeti.pdf), (erişim tarihi: 27.01.2019).
- Júnior RPS, Silva JP, Rigitano RLO, 2010. Simulation of moisture profiles in a latossol in dourados region, in the state of mato grosso do sul, Brazil. *Eng. Agric.* 30(1): 22-32.
- Kale S, Tari AF, 2012. Sulu ve kuru koşullar altında kışık buğday için FAO-AQUACROP modelinin performansının değerlendirilmesi. *Toprak Su Dergisi*, 2: 119-131.
- Kapur B, Topaloğlu F, Özfidaner M, Koç M, 2007. Çukurova Bölgesi'nde küresel iklim değişikliği ve buğday verimliliği üzerine etkilerine genel bir yaklaşım. *Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkileri Sempozyumu*, 18-20 Ekim, Konya.
- Kapur B, 2010. Artan CO<sub>2</sub> ve küresel iklim değişikliğinin Çukurova Bölgesi'nde buğday verimliliği üzerine etkileri. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.
- Koç EM, 2011. İklim değişikliğinin tarıma olası etkilerinin WOFOST bitki iklim modeli ile araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Konukcu F, Deveci H, Altürk B, 2017. Trakya Bölgesi'nde iklim değişikliğinin buğday verimine etkisinin matematiksel modellerle tahmin edilmesi. BAP projesi. Tekirdağ. NKUBAP.03.GA.16.063. <http://hdl.handle.net/20.500.11776/2959>, (erişim tarihi: 25.01.2019).
- Mishra SK, Shekh AM, Yadav SB, Kumar A, Patel GG, Pandey V, Patel HR, 2013. Simulation of growth and yield of four wheat cultivars using WOFOST model under middle Gujarat region. *Journal of Agrometeorology* 15 (1): 43-50.
- Mkhabela MS, Bullock PR, 2012. Performance of the FAO AquaCrop model for wheat grain yield and soil moisture simulation in western Canada. *Agricultural Water Management* 110: 16-24.
- Mualem YA, 1976. New model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Resources Research*. 12: 513-522.
- Önal B, Ünal YS, Dalfes HN, 2009. *İklim değişikliği senaryosunun Türkiye üzerindeki etkilerinin modellenmesi*. İTÜ Dergisi, 8 (5): 169-177.
- Özkul S, Fıstıkoğlu O, Harmancıoğlu N, 2008. **İklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisinin Büyük Menderes ve Gediz Havzaları örneğinde değerlendirilmesi**. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi. 309-322, Ankara.
- Pachauri RK, Allen MR, Barros VR, Broome J, Cramer, W, Christ R, ... Dubash NK, 2014. Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. R. Pachauri and L. Meyer(editors). Geneva, Switzerland, IPCC, 151 p., ISBN: 978-92-9169-143-2
- Singh A, Saha S, Mondal S, 2013. Modelling irrigated wheat production using the FAO AquaCrop model in west Bengal, India, for sustainable agriculture. *Irrigation and Drainage*. 62: 50-56.
- Şen, Ö. L., Bozkurt, D., Göktürk, O. M., Dündar, B., Altürk, B., 2013. Türkiye'de İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. 3. Taşkın Sempozyumu. 29-30 Nisan 2013.
- Şimşek O, Mermer A, Yıldız H, Özyayın KA, Çakmak B, 2007. Türkiye'de buğdayın verim tahmini. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 13 (3): 299-307.
- Tripathy R, Chaudhari KN, Mukherjee J, Ray SS, Patel NK, Panigrahy S, Parihar J, 2013. Forecasting wheat yield in Punjab state of India by combining crop simulation model WOFOST and remotely sensed inputs. *Remote Sensing Letters*. Vol. 4(1): 19-28.
- Tsiros JX, Elmaloglou S, Ambrose RBA, 1998. Comparative study of two methods for modeling soil water regime in agricultural fields. *Water Resources Management*. 12: 285-293.
- Van Dam J, Huygen J, Wesseling JG, Feddes RA, Kabat P, Van Walsum PEV, ... Van Diepen CA, 1997. Theory of SWAP version 2.0.

simulation of water flow, solute transport and plant growth in the soil-water-atmosphere-plant environment. Department Water Resources, Wageningen Agricultural, Technical Document, 45, p 167.

Van Genuchten MT, 1980. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America Journal. 44: 892- 898.

## Tekirdağ Koşullarında Patlıcan Bitkisinin Su Kullanım Özelliklerinin Belirlenmesi\*

### Determination of Water Use Characteristics of Eggplant in Tekirdağ Conditions

Seda Devrim YENİGÜN<sup>1</sup>, Tolga ERDEM<sup>2\*\*</sup>

#### Öz

Tekirdağ koşullarında farklı damla sulama uygulamaları altında patlıcan bitkisinin su kullanımına, verim ve gelişme parametrelerine etkilerinin incelendiği çalışma, 2015 ve 2016 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada, 5 gün sulama aralığında A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin %50, 75, 100 ve 125'inin uygulandığı dört farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın ilk yılında tüm deneme konularına 20 kez sulama uygulaması ile birlikte 283.0 ile 693.0 mm arasında, denemenin ikinci yılında ise 19 kez sulama uygulaması ile birlikte 293.0 ile 693.0 mm sulama suyu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, deneme konularında bitki büyüme mevsimi boyunca ölçülen bitki su tüketimi değerleri 2015 yılında 466.2 ile 837.0 mm, 2016 yılında ise 411.7 ile 797.1 mm arasında uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak değişmiştir. Günlük bitki su tüketimi değerleri ise 2015 yılında 1.6 ile 9.5 mm/gün ve 2016 yılında 3.0 ile 9.7 mm/gün arasında değişmiştir. Deneme konularından elde edilen toplam pazarlanabilir verim değerleri, birinci yıl 33.4 ile 47.6 t/ha, ikinci yıl ise 21.80 ile 31.90 t/ha arasında değişmiştir. Verim değerleri üzerine yapılan istatistiksel sonuçlar dikkate alındığında, denemenin her iki yılında da önemli farklar elde edilmemiştir. Sulama suyu kullanım randımanı (*IWUE*) değerleri denemenin ilk yılında 6.86 ile 11.80 kg/m<sup>3</sup>, denemenin ikinci yılında ise 4.49 ile 7.44 kg/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Su kullanım randımanı (*WUE*) değerleri ise denemenin ilk yılında 5.68 ile 7.16 kg/m<sup>3</sup>, denemenin ikinci yılında ise 3.83 ile 5.30 kg/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Sulama randımanı değerleri arasında yapılan istatistiksel analizlerde A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin %50'sinin uygulandığı deneme konusunun ön plana çıktığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Bitki su tüketimi, vejetatif gelişme parametreleri, su kullanım randımanı (*WUE*), patlıcan

#### Abstract

The study on the effects of different irrigation practices under drip irrigation method on eggplant water use, yield and vegetative parameters was carried out under Tekirdag conditions in 2015 and 2016. Four different irrigation water amounts with 5 days interval applied based on a ratio of Class A pan evaporation as 50, 75, 100 and 125 % were created in the research. In the first year of the study all treatments with irrigation water application 20 times between 283.0 and 693.0 mm with irrigation application, 19 times of 293.0 and 693.0 mm of irrigation water in the second year and was applied. As a result of this study, the seasonal evapotranspiration in the treatments during the measurement period varied from 466.2 and 837.0 mm in 2015 and from 411.7 and 797.1 mm in 2016 depend on irrigation water applied. The daily crop evapotranspiration varied between 1.6 and 9.5 mm/day in 2015 and between 3.0 and 9.7 mm/day in 2016. Total marketable yield values obtained from the experiment subjects ranged between 33.4 and 47.6 t ha<sup>-1</sup> in the first year and 21.80 to 31.90 t ha<sup>-1</sup> in the second year. Considering the statistical analyses on yield and yield component values, no significant differences were obtained in both years of the experiment. Irrigation water use efficiency (*IWUE*) values ranged from 6.86 to 11.80 kg m<sup>-3</sup> in the first year of the experiment and from 4.49 to 7.44 kg m<sup>-3</sup> in the second year of the experiment. Water use efficiency (*WUE*) values were between 5.68 and 7.16 kg m<sup>-3</sup> in the first year of the experiment and 3.83 to 5.30 kg m<sup>-3</sup> in the second year of the experiment. In the statistical analyses among the efficiency values, 50% of the evaporation values measured from the class A evaporation pan were suggested.

**Keywords:** Evapotranspiration, vegetative growth parameters, water use efficiency (*WUE*), eggplant

<sup>1</sup>Seda Devrim Yenigün, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi, İstanbul. E-mail: sedadevrinyenigun91@gmail.com  OrcID: 0000-0002-7402-2312

<sup>2\*\*</sup>**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Tolga Erdem, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, TEKİRDAĞ. E-mail: terdem@nku.edu.tr,  OrcID: 0000-0002-5887-9586

**Atf/Citation:** Yenigün, S.D., Erdem, T. Tekirdağ koşullarında patlıcan bitkisinin su kullanım özelliklerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 221-231.

\*Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir

### Extended Summary

The Thrace Region is one of the most important agricultural regions of our country, and it provides 35% of the sunflower production and 12% of the wheat production. However, the search for alternative plant patterns has accelerated due to the decrease in agricultural areas due to rapid industrialization in the region and the necessity of increasing production from the unit area. Although the sunflower and wheat cultivation are planted in dry conditions in the region, the unit area yields obtained from both plants are higher than the country average due to the regular spring rains. Furthermore, in the period between the two plant growing periods, especially after the wheat harvest in June-July, in the agricultural lands which are empty for approximately 8 months until sunflower planting in April-May, plant alternatives that can be grown under the irrigation conditions should be produced and the usability of intensive farming should be revealed in the region. As one of these alternatives, vegetable cultivation may be preferred due to its shortness of cultivation period and its marketability. Eggplant is as valuable as other vegetables in terms of vitamins and minerals. For this reason, it has great economic value in many countries including our country. According to statistics, the third important vegetable after potato and tomato production in the Solanaceae family (Doğanlar et al. 2002, Çolak et al. 2017). Turkey has an important place in the production of eggplant in the countries with 880 thousand tons. Turkey is in third place in terms of production among the countries which made eggplant production and meets 3% of the world production. Eggplant production in all regions of our country, although the intensity, according to 2015 data, the highest percentage of eggplant production in the Mediterranean region with 392000 tons (Anonymous, 2015).

The study was conducted to investigate the effects of different irrigation water applications on the eggplant under the drip irrigation method. Four different irrigation water applications were carried out with 50, 75, 100 and 125% of the evaporation values measured from the Class A pan. The irrigation numbers applied in 2015 and 2016 were different depending on the amount of irrigation water and measured plant water consumption. In the first year of the study, irrigation water was applied between 283.0 and 693.0 mm with irrigation application for 20 times and irrigation water was applied between 293.0 and 711.5 mm with 19 times irrigation application in the second year. The amounts of irrigation water applied between the experimental subjects varied according to the percentage of application of the evaporation values measured from the Class A pan. The highest irrigation water applications were carried out to the treatment subject where 125% of the evaporation values measured from Class A pan were applied. Seasonal eggplant evapotranspiration values measured from experimental subjects during the whole growing season have been changed according to the amount of irrigation water applied between 466.2 and 837.0 mm in 2015 and between 411.7 and 797.1 mm in 2016. As the amount of irrigation water applied increased, the water consumption values of the plants increased. Daily plant evapotranspiration values, which are an important parameter in terms of irrigation time planning, between 1.6 and 9.5 mm/day in 2015 and 3.0 to 9.7 mm/day in 2016, depending on the amount of irrigation water applied.

The relationship between the efficiency of irrigation water and measured evapotranspiration is explained by using irrigation water use efficiency and water use efficiency. Irrigation water use efficiency (*IWUE*) values ranged from 6.86 to 11.80 kg m<sup>-3</sup> in the first year of the experiment and from 4.49 to 7.44 kg m<sup>-3</sup> in the second year of the experiment. Water use efficiency (*WUE*) values in the first year of the experiment ranged between 5.68 and 7.16 kg m<sup>-3</sup> and in the second year of the experiment ranged from 3.83 to 5.30 kg m<sup>-3</sup>. Both of the yield values obtained in the first year of the experiment were higher due to the higher yield values. In the statistical analysis of the yield values, the difference between the irrigation water efficiency (*IWUE*) values was statistically significant at  $p < 0.01$  level in both years. As a result of the statistical analyses, it was observed that 50% of the evaporation values measured from Class A pan were suggested.



Doğal kaynakların gün geçtikçe azalması, her alanda olduğu gibi tarımda da yeni arayışları ortaya çıkarmaktadır. Sanayileşme ve kentleşme nedeniyle tarım alanları azalmakta buna karşın bu alanlardan beslenecek insan nüfusu hızlı bir biçimde artmaktadır. Bu nedenle, yürütülen araştırmalar birim alandan elde edilecek verimi maksimuma çıkarmak üzerine yoğunlaşmaktadır. Diğer tarımsal işlemlerin yanı sıra maksimum verim eldesin de sulamanın önemi ortadadır. Fakat günümüze kadar uygulanan bilinçsiz sulamalar ve mevcut suyun tarım dışındaki diğer alanlarda kullanımının artması nedeniyle sulama için kullanılacak su miktarında da azalmalar başlamıştır. Böylece, dünyada ve ülkemizde, mevcut kısıtlı su ile birim alandan elde edilecek verimin artırılmasına yönelik çalışmalara hızlı bir şekilde yönelim başlamıştır. Sulama programlaması, bir bitkiye yetiştirme periyodu boyunca ne zaman ve ne kadar sulama suyu uygulanacağını belirlenmesine yönelik çalışmaları kapsar. Bu kapsamda, öncelikle yörenin iklim, toprak, topografya ve bitki özelliklerine uygun mevcut suyun etkin olarak kullanılacağı, verim azalması yaratmayacak bir sulama yönteminin seçilmesi gerekmektedir. Sulama yöntemleri içerisinde, damla sulama yöntemi; yüksek randıman, üniform su kullanımı ve işletme kolaylığı bakımından, özellikle sebze ve meyve ağaçlarının sulanmasında ön plana çıkmaktadır. Günümüzde, İsrail'in sulu tarım alanlarının tamamı, İspanya'nın %74'i, Fransa'nın %62'si ve Amerika Birleşik Devletleri'nin %57'si damla sulama yöntemini içerisine alan basınçlı sulama yöntemleri ile sulanmaktadır. Ülkemizde ise basınçlı sulama uygulamalarının yaklaşık %18 civarında olduğu varsayılmasına karşın son yıllarda kullanımı giderek artmaktadır (ICID, 2012).

Trakya Bölgesi, ülkemizin önemli tarımsal bölgelerinden birisi olup, ayçiçeği ülke üretiminin %35'ini ve buğday üretiminin ise %12'sini sağlamaktadır. Fakat, bölgedeki hızlı sanayileşme nedeniyle tarım alanlarının azalması ve birim alandan elde edilecek üretim artışı zorunluluğundan dolayı alternatif bitki desenleri arayışı hızlanmıştır. Bölgede ayçiçeği ve buğday tarımı kuru koşullarda yapılmasına karşın, ilkbahar yağışlarının düzenli olması nedeniyle her iki bitkiden de elde edilen birim alan verimleri ülke ortalamasının üstündedir. Ayrıca, iki bitki yetiştirme periyodu arasında kalan sürede, özellikle Haziran-Temmuz aylarındaki buğday hasadından sonra, Nisan-Mayıs aylarında ki ayçiçeği ekimine kadar yaklaşık 8 ay boş kalan tarım arazilerinde, sulu koşullar altında yetiştirilecek bitki alternatifleri üretilmeli ve entansif tarımın bölgede kullanılabilirliği ortaya çıkarılmalıdır. Bu alternatiflerden birisi olarak, yetiştirme periyodu kısıtlılığı ile uygunluğu ve pazarlanabilir özelliklerden dolayı sebze yetiştiriciliği tercih edilebilir.

Patlıcan, vitamin ve mineral içeriği bakımından oldukça zengindir. Bu nedenle ülkemiz de dahil pek çok ülkede büyük ekonomik değere sahiptir. İstatistiklere göre Solanaceae familyası içerisinde üretim bakımından patates ve domatesten sonra üçüncü önemli sebzelerdir (Doğanlar ve ark. 2002, Çolak ve ark. 2017). FAO'nun verilerine göre dünyada patlıcan üretimi ortalama olarak 48,4 milyon tondur. Ülkemiz patlıcan yetiştiriciliği yapılan ülkeler içerisinde üretim bakımından 880 bin ton ile önemli bir yere sahiptir (FAO, 2015). Ülkemiz patlıcan yetiştiriciliği yapılan ülkeler içerisinde üretim bakımından üçüncü sırada olup, dünya üretiminin %3'ünü karşılamaktadır. Ülkemizin bütün bölgelerinde patlıcan yetiştiriciliği yapılmakla birlikte yoğunluk, 2015 yılı verilerine göre en fazla patlıcan üretimi 392000 ton ile Akdeniz bölgesindedir (Anonim, 2015).

Patlıcan bitkisinin farklı sulama suyu koşullarında su tüketimi, su kullanım randımanlarının, vejetatif gelişme ve verim parametrelerinin belirlenmesine yönelik ülkemizde ve dünyada yürütülmüş birçok bilimsel araştırmalar bulunmaktadır (Kırnak ve ark. 2002, Ertek ve ark. 2006, Karam ve ark. 2011, Pirboneh ve ark. 2012, Çolak ve ark. 2017, Cemek ve ark., 2018). Bu araştırmalarda genel olarak patlıcan bitkisinden elde edilen verim değerlerinin uygulanan sulama suyu miktarına göre değiştiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise Trakya Bölgesi için tarımsal üretimde buğday-ayçiçeği münavebe sisteme alternatif olabilecek patlıcan yetiştiriciliğinde farklı sulama suyu uygulamaları altında su tüketimi, su kullanım randımanı ve verim değerlerinin eldesi amaçlanmıştır. Araştırma, Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü arazisinde 2015 ve 2016 yıllarında yürütülmüştür. Elde edilen tüm değerlerin, Trakya Bölgesi koşullarında patlıcan bitkisinin su kullanımına yönelik ilk çalışma olması açısından önemlidir.

### Materyal ve Yöntem

Araştırma, Tekirdağ il merkezine 2.5 km uzaklıkta yer alan Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü arazisinde yürütülmüştür. Araştırma alanının denizden yüksekliği ortalama 4 m, enlem derecesi 40° 59' kuzey, boylam derecesi ise 27° 29' doğudur. Araştırma alanı yarı kurak bir iklim kuşağı içinde yer almaktadır. Uzun yıllar ortalamalarına göre, yıllık ortalama sıcaklık 13.9 °C'dir. Aylık sıcaklık ortalamaları açısından en soğuk ay 4.7 °C ile Ocak, en sıcak ay ise 23.8 °C ile Temmuz aylarıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 580.8 mm olmasına karşın, bunun büyük bir kısmı Ekim ile Nisan ayları arasındaki dönemde gerçekleşmektedir. Yıllık ortalama bağıl nem % 76.9'dur. Yıllık ortalama rüzgâr hızının 2 m yükseklikteki değeri 2.90 m/s'dir.

Araştırmanın yürütüldüğü Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü toprakları hafif tuzlu, az kireçli

ve organik madde içeriği düşük killi tınlı bünyeye sahip topraklardan oluşmaktadır. Alanda eğim batıdan doğuya doğrudur. Eğim batı kesimlerde oldukça yüksek olup %15 dolayında, doğu kesimlerde ise %1.5 civarındadır. Araştırma alanında iki farklı profilden alınan toprakların fiziksel özellikleri; tarla kapasitesi, solma noktası, bünye sınıfı, hacim ağırlığı ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerlerinin ortalaması Çizelge 1’de verilmiştir. Araştırma alanının toprak bünye sınıfı kil veya killi-tın, kullanılabilir su tutma kapasitesi 77.62 mm/60 cm ve 120.12 mm/90 cm olarak hesaplanmıştır. Çift silindir infiltrometre ölçmeleri sonucunda toprağın infiltirasyon hızı değeri ortalama olarak 12 mm/h alınmıştır. Sulama suyu kalite sınıfı T<sub>2</sub>S<sub>1</sub> olarak belirlenmiştir ve sulama suyu analiz sonuçlarının bitki gelişmesini olumsuz etkileyecek özelliklerde olmadığı görülmektedir. Damlatıcı debisi 4 L/h, damlatıcı aralığı ise 0.45 m olarak topraklarının bünye sınıfı ve gerçek infiltirasyon hızı değerlerine göre seçilmiştir.

**Çizelge 1. Araştırma alanı topraklarının fiziksel özellikleri**

**Table 1. The physical characteristics of soil at the experimental site**

| Profil Derinliği (cm) | Bünye sınıfı | Tarla kapasitesi |        | Solma noktası |        | Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> ) | Kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm) |
|-----------------------|--------------|------------------|--------|---------------|--------|-------------------------------------|---|
|                       |              | %                | mm     | %             | mm     |                                     |   |
| 0-30                  | Killi-tın    | 26.01            | 116.26 | 17.91         | 80.06  | 1.49                                | 36.20                                   |
| 30-60                 | Killi-tın    | 28.45            | 134.85 | 19.71         | 93.43  | 1.58                                | 41.42                                   |
| 60-90                 | Kil          | 31.76            | 153.40 | 22.96         | 110.90 | 1.61                                | 42.50                                   |
| 0-60                  |              |                  | 251.11 |               | 173.49 |                                     | 77.62                                   |
| 0-90                  |              |                  | 404.51 |               | 284.39 |                                     | 120.12                                  |

Araştırmada patlıcan (*Solanum melongena* L.) çeşidi olarak yuvarlak oval (Bsotan Tip) adı verilen çeşit kullanılmıştır. Yuvarlak oval patlıcan çeşidinde yapraklar dik ve kuvvetli, meyveler iyi şekilli ve parlak koyu mor renklidir. Meyve uzunlukları 30 cm’ye kadar çıkabilir (Aybak 2005, Şalk ve ark., 2008). Araştırma, tesadüf bloklarında deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür ve deneme konuları rastgele dağıtılmıştır (Yurtsever, 1984). Araştırmada deneme konuları, bölge koşulları ve çiftçi uygulamaları dikkate alınarak seçilen ortalama A sınıfı buharlaşma kabından 5 gün sulama aralığında ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma miktarının farklı oranlarının uygulanması şeklinde oluşturulmuştur.

Deneme konuları;

I<sub>1</sub> konusu: Toplam buharlaşma miktarının %125’inin uygulandığı sulama uygulaması,

I<sub>2</sub> konusu: Toplam buharlaşma miktarının %100’ünün uygulandığı sulama uygulaması,

I<sub>3</sub> konusu: Toplam buharlaşma miktarının %75’inin uygulandığı sulama uygulaması,

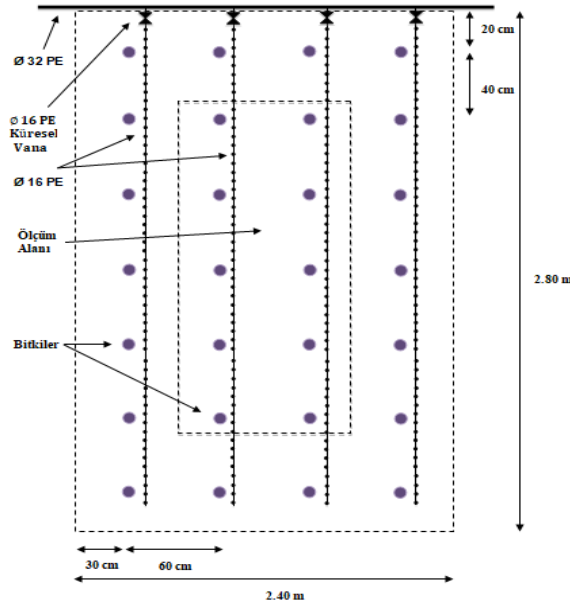
I<sub>4</sub> konusu: Toplam buharlaşma miktarının %50’sinin uygulandığı sulama uygulaması,

biçiminde düzenlenmiştir.

Deneme alanı 17.40\*11.20 m boyutlarında olup toplam 194.88 m<sup>2</sup>’dir. Oluşturulan 3 bloğun her birinde 4 adet olmak üzere toplam 12 adet parsel bulunmaktadır. Bir deneme parseli 2.4\*2.8 m boyutlarında olmak üzere toplam 6.72 m<sup>2</sup> alana sahiptir. Bir deneme parselinde 4 adet bitki sırası bulunmaktadır. Patlıcan fideleri deneme parsellerine 2015 yılında 27 Mayıs, 2016 yılında ise 20 Mayıs tarihinde bitki sıra aralığı 0.60 m sıra üzeri ise 0.40 m olacak şekilde dikilmiştir. Tüm parsellerde birer bitki sırası kenar etkisi göz önüne alınarak hasat parseli dışında bırakılmıştır. Böylece hasat parseli 1.20\*2.00 m olmak üzere toplam 2.40 m<sup>2</sup> olmuştur. Her deneme parselindeki bitki sayısı 28, hasat parselinde ise 10 adettir. Parsellerin düzenlenmesi sırasında, sulamalarda sızma yoluyla oluşabilecek yan etkileri önlemek amacıyla parseller arasında ve bloklar arasında 3.00 m boşluk bırakılmıştır.

Denemede kullanılan sulama suyu Enstitüde bulunan dereden ve kuyudan sağlanmış, su önce havuzda toplanmış, bir pompa yardımıyla alana iletilmiş ve uygulama damla sulama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Depolama havuzundan pompa ile alınan sulama suyu, hidrosiklon, kum-çakıl filtre tankı ve disk elek filtre bulunan

kontrol biriminden geçtikten sonra 6 atm işletme basınçlı, 50 mm dış çaplı sert PE borular yardımı ile araştırma alanına iletilmiştir. Ayrıca, sistemde oluşan basıncı kontrol etmek amacıyla manometreler yerleştirilmiştir. Her bir deneme parseli için manifold boru hatları 32 mm dış çaplı sert PE borulardan oluşturulmuştur. Deneme parselleri içerisinde her bitki sırasına 16 mm dış çaplı yumuşak PE borulardan oluşan lateral boru hatları döşenmiştir. Damlatıcı debisi Yıldırım (2008)'de belirtilen esaslara göre toprağın bünyesi ve infiltrasyon hızı dikkate alınarak 4 L/h olarak seçilmiştir. Damlatıcı aralığı toprağın infiltrasyon hızı ve damlatıcı debisi dikkate alınarak 45 cm olarak hesaplanmıştır. Böylelikle her lateral boru hattına 45 cm aralıklarla on-line damlatıcılar yerleştirilmiştir. Bir deneme parsellerinin ayrıntısı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Bir deneme parselinin ayrıntısı

Figure 1. Detail of a treatment plot

Deneme parsellerinde uygulanacak sulama suyu miktarları aşağıdaki eşitlik yardımıyla 5 günlük yığışımli açık su yüzeyi buharlaşma değerleri kullanılarak hesaplanmıştır (Kanber ve ark. 2004).

$$I = K_{pc} \times E_p \times P \quad (1)$$

Eşitlikte; I: uygulanacak sulama suyu miktarı (mm),  $K_{pc}$ : buharlaşma kabına bağlı katsayı,  $E_p$ : yığışımli buharlaşma miktarı, (mm), P: lateral aralığı ve damlatıcı aralığı göre belirlenen ıslatılan alan yüzdesi (%), dir. Islatılan alan yüzdesi damlatıcı aralığı ve lateral aralığına göre %75 olarak hesaplanmıştır.

Bitki su tüketimi değerleri, bitki etkili kök derinliğine göre aşağıda verilen su bütçesi yaklaşımı ile hesaplanmıştır (Walker ve Skogerboe 1987). Bu amaçla, sulama uygulaması öncesi her bir deneme konusunda iki adet parselde 90 cm toprak derinliğinde 30 cm'lik toprak katmanları için kuru ağırlık yüzdesine göre toprak nemi ölçülmüştür.

$$ET = I + P + C_p - D_p \pm R_f \pm \Delta S \quad (2)$$

Eşitlikte; ET: Bitki su tüketimi (mm), I: periyot boyunca uygulanan sulama suyu miktarı (mm), P: periyot boyunca düşen yağış (mm),  $C_p$ : kök bölgesine kılcal yükselişle giren su miktarı (mm),  $D_p$ : derine sızma kayıpları (mm),  $R_f$ : deneme parsellerine giren ve çıkan yüzey akış miktarı (mm),  $\Delta S$ : kök bölgesindeki toprak nemindeki değişimler (mm), değerlerini göstermektedir.

Çalışma alanında taban suyu problemi bulunmadığından, bitki kök bölgesine kılcal hareketle su girişi olmadığı varsayılarak  $C_p$  değeri göz önüne alınmamıştır. Ayrıca, yüzey akış miktarları basınçlı sulama sistemi kullanıldığından hesaplara katılmamıştır (Kanber 1997). Derine sızma kayıpları için bir alt katman izlenmiştir.

Her bir deneme parselinde hasat işlemleri 2015 yılında 5 Ekim, 2016 yılında ise 7 Eylül tarihlerinde sonlandırılmıştır. Her bir parselde ölçüm bitkilerinde bitki boyu, bitki gövde çapı, meyve eni, meyve boyu ve toplam verim değerleri belirlenmiştir. Bitki boyu değerleri sulama sezonu bittiğinde mira yardımıyla her bir

parselde 10 adet bitkide cm cinsinden ölçülmüştür. Bitki gövde çapı değerleri ise toprak yüzeyinden yaklaşık 5 cm yukarıdan kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Hasat edilen patlıcan meyvelerinden her bir parselden rastgele seçilen 10 adedinde meyve eni ve meyve boyu değerleri belirlenmiştir. Ayrıca parsellerden elde edilen verim değerlerine göre toplam verim değerleri hesaplanmıştır. Deneme konularından elde edilen patlıcan gelişim ve verim parametreleri arasındaki farklılıkların düzeyinin belirlenmesinde varyans analizi, farklılıkların sınıflandırılmasında ise LSD testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler Yurtsever (1984)'de açıklanan esaslara göre değerlendirilmiştir.

Deneme konularına uygulanan sulama suyu, ölçülen bitki su tüketimi ve hasat verimlerine göre, sulama suyu kullanım ve su kullanım randımanı değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır (Zhang ve ark. 1999).

$$IWUE = \frac{Y}{I}$$

$$WUE = \frac{Y}{ET}$$

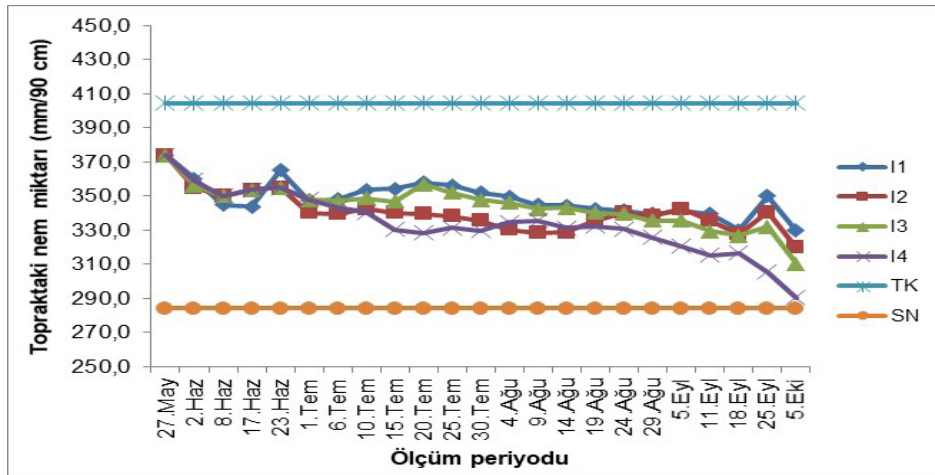
Eşitliklerde; *IWUE*: Sulama suyu kullanım randımanı (kg/m<sup>3</sup>), *WUE*: su kullanım randımanı (kg/m<sup>3</sup>), *Y*: deneme konularından ölçülen hasat verimi (t/ha), *I*: uygulanan sulama suyu miktarı (mm), *ET*: ölçülen bitki su tüketimi (mm)'dir.

### Bulgular ve Tartışma

Deneme konularına dikim işlemini takiben birinci yıl 10 mm, ikinci yıl 15 mm can suyu uygulaması yapılmıştır. Deneme konularına, ortalama 5 gün ara ile can suyu hariç birinci yıl 20, ikinci yıl 19 kez sulama uygulaması yapılmıştır. Deneme sonucunda uygulanan toplam sulama suyu miktarları, 2015 yılında deneme konularına göre 283.0 ile 693.0 mm arasında, 2016 yılında ise 293.0 ile 711.5 mm arasından değişmiştir. Denemenin her iki yılında deneme konularına göre uygulanan sulama suyu miktarları hemen hemen aynı olmuştur. Her bir deneme konusunda sulama uygulamaları öncesinde 90 cm toprak derinliğinde ölçülen nem değerleri 2015 yılı için Şekil 2'de ve 2016 yılı için Şekil 3'de verilmiştir. Şekillerden görüleceği gibi uygulanan sulama suyuna bağlı olarak ölçülen nem miktarlarında azalış daha fazla olmuştur. Denemenin birinci yılında *I*<sub>1</sub> deneme konusunda sulama sezonu öncesinde ölçülen toprak nem değerlerinin ortalama olarak kullanılabilir su tutma kapasitesinin %47'si seviyelerinde *I*<sub>4</sub> deneme konusunda ise %58 seviyelerinde olduğu görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise bu seviyelerinin %50 ile %57 aralığında olduğu belirlenmiştir.

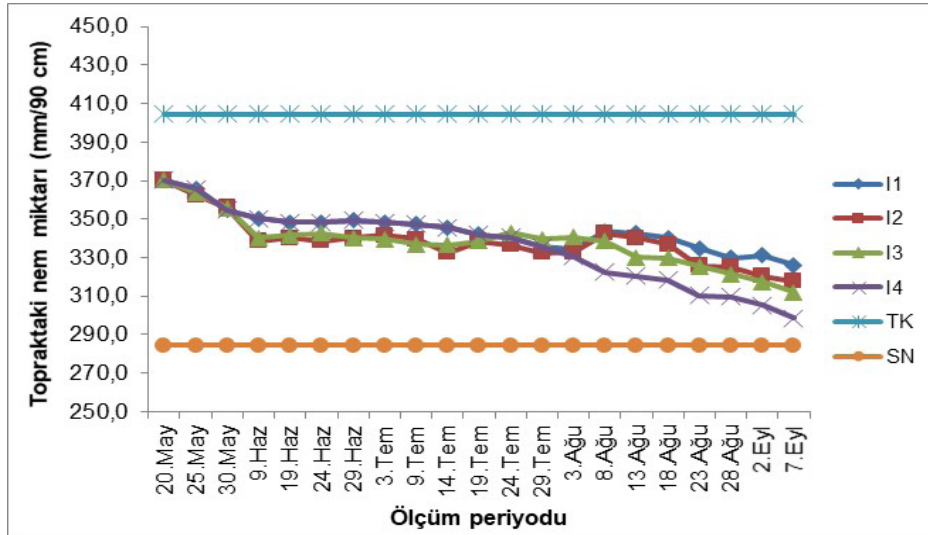
Tüm deneme konularında 2015 ve 2016 yılı yetiştiricilik dönemleri içerisinde uygulanan sulama suyu miktarları, etkili yağış ve topraktaki nem değişimi değerlerine göre hesaplanan bitki su tüketimi değerleri Çizelge 2'de özetlenmiştir. Büyüme mevsimi boyunca deneme konularından ölçülen bitki su tüketimi değerleri 2015 yılı için 466.2 mm ile 837.0 mm arasında, 2016 yılı için 411.7 mm ile 797.1 mm arasında değişmiştir. Bu çalışmadan elde edilen patlıcan bitkisi için toplam bitki su tüketimi değerleri ülkemizde ve dünyada yürütülen çalışmalardan elde edilen mevsimlik bitki su tüketimi değerleri ile benzerlik göstermektedir (Karam ve ark., 2011, Çolak ve ark., 2017). Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça ölçülen bitki su tüketimi değerleri artmıştır. A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşmanın %100'ün uygulandığı *I*<sub>2</sub> deneme konusundan birinci yıl 709.7 mm, ikinci yıl ise 670.7 mm bitki su tüketimi ölçülmüştür. Bu deneme konusuna göre %25 sulama suyu kısıtı yapılan ve A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının %75'inin uygulandığı *I*<sub>3</sub> deneme konusunda ise birinci yıl 583.2 mm ile %18, ikinci yıl ise 538.2 mm ile %20 daha düşük bitki su tüketimi ölçülmüştür. Aynı şekilde, %50 kısıt yapılarak, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının %50'sinin uygulandığı *I*<sub>4</sub> deneme konusunda ise birinci yıl 466.2 mm ile %34, ikinci yıl ise 411.7 mm ile %39 daha düşük bitki su tüketimi hesaplanmıştır. Diğer yandan, A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma miktarının %125'inin uygulandığı *I*<sub>1</sub> deneme konusunda ise *I*<sub>2</sub> deneme konusuna göre birinci yıl 837.0 mm ile %18, ikinci yıl ise 797.1 mm ile %19 daha fazla bitki su tüketimi ölçülmüştür.

Günlük bitki su tüketimi değerleri araştırmanın birinci yılında *I*<sub>1</sub> deneme konusu için 2.1 ile 9.5 mm/gün, *I*<sub>2</sub> deneme konusu için 1.6 ile 8.2 mm/gün, *I*<sub>3</sub> deneme konusu için 1.7 ile 6.4 mm/gün ve *I*<sub>4</sub> deneme konusu için 2.6 ile 5.5 mm/gün arasında ölçülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise günlük bitki su tüketimi değerleri *I*<sub>1</sub> deneme konusu için 4.6 ile 9.7 mm/gün, *I*<sub>2</sub> deneme konusu için 4.3 ile 8.2 mm/gün, *I*<sub>3</sub> deneme konusu için 3.7 ile 6.5 mm/gün ve *I*<sub>4</sub> deneme konusu için 3.0 ile 5.2 mm/gün olmuştur. Günlük bitki su tüketimi değerleri genel olarak yorumlandığında, uygulanan sulama suyu miktarına göre artmış, kısıt uygulamaları, günlük sıcaklık ve güneşlenme sürelerine bağlı olarak azalmıştır.



Şekil 2. Bitki gelişim periyodu boyunca sulama öncesi topraktaki nem değişimleri, (2015 yılı)

Figure 2. Moisture changes in the soil before irrigation during the plant growth period, (2015 year)



Şekil 3. Bitki gelişim periyodu boyunca sulama öncesi topraktaki nem değişimleri, (2016 yılı)

Figure 3. Moisture changes in the soil before irrigation during the plant growth period, (2016 yılı)

Deneme konularından ölçülen patlıcan bitkisinin bitki boyu, bitki gövde çapı, toplam verim, meyve eni ve meyve boyu değerleri Çizelge 3'te özetlenmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi deneme konularında elde edilen bitki boyu değerleri denemenin birinci yılında 450 ile 494 mm arasında değişirken, denemenin ikinci yılında ise 400 ile 450 mm arasında değişmiştir. Diğer yandan bitki gövde çapı değerleri de 2015 yılı için 13.2 mm ile 14.9 mm arasında, 2016 yılı için ise 12.5 mm ile 13.5 mm arasında değişmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda farklı sulama suyu uygulamalarının patlıcan bitkisinin vejetatif gelişme parametrelerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Deneme konularından elde edilen toplam patlıcan verimleri ise 2015 yılında 33.4 t/ha ile 47.6 t/ha arasında, 2016 yılında ise 21.8 t/ha ile 31.9 t/ha arasında değişmiştir. Deneme yıllarında sulama suyu uygulamaları açısından en yüksek patlıcan verimleri 47.6 t/ha (2015) ve 31.90 t/ha (2016) ile A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen değerlerin %125'inin uygulandığı I<sub>1</sub> deneme konusundan gözlemlenmiştir. Ayrıca, her iki yılda da uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça verim değerlerinin de arttığı belirlenmiştir. Patlıcan bitkisinin su kullanımı ve verim arasındaki ilişkilerinin belirlenmesine yönelik yürütülen çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Çolak ve ark. (2017), Çukurova koşullarında yürüttükleri çalışmada, kısıntılı sulama uygulamaları ile birlikte patlıcan verimlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Kırnak ve ark. 2002, Ertek ve ark. 2006, Karam ve ark. 2011, Pirboneh ve ark. 2012 tarafından da yürütülen çalışmalarda da patlıcan bitkisinden uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak verim değerlerinin elde edilebileceği açıklanmıştır. Deneme konularından elde

edilen patlıcan verimleri dikkate alınarak yapılan varyans analizine göre her iki yıl içinde deneme konuları arasında toplam patlıcan verimi açısından istatistiksel olarak önemli farklar elde edilmemiştir. Deneme konularından elde edilen meyve eni değerleri 2015 yılında 106.0 mm ile 110.6 mm, 2016 yılında ise 93.9 mm ile 98.6 mm arasında değişmiştir. Meyve boyu değerleri ise denemenin ilk yılında 132.8 mm ile 150.9 mm, ikinci yılında 114.2 ile 130.9 arasında değişmiştir. Verim parametreleri istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde ise, sadece 2016 yılında farklı sulama suyu uygulamalarının meyve boyuna  $p < 0.05$  düzeyinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 2. Deneme konularına uygulanan sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi değerleri

Table 2. Applied irrigation water and measured seasonal evapotranspiration for treatments

| Deneme yılı | Deneme konuları | Topraktaki nem değişimi (mm) | Yağış (mm) | Uygulanan sulama suyu (mm) | Ölçülen bitki su tüketimi (mm) |
|-------------|-----------------|------------------------------|------------|----------------------------|--------------------------------|
| 2015        | I <sub>1</sub>  | 44.2                         |            | 693.0                      | 837.0                          |
|             | I <sub>2</sub>  | 53.9                         | 99.8       | 556.0                      | 709.7                          |
|             | I <sub>3</sub>  | 63.4                         |            | 420.0                      | 583.2                          |
|             | I <sub>4</sub>  | 83.4                         |            | 283.0                      | 466.2                          |
| 2016        | I <sub>1</sub>  | 38.4                         |            | 711.5                      | 797.1                          |
|             | I <sub>2</sub>  | 52.5                         | 47.2       | 571.0                      | 670.7                          |
|             | I <sub>3</sub>  | 78.2                         |            | 432.8                      | 538.2                          |
|             | I <sub>4</sub>  | 71.5                         |            | 293.0                      | 411.7                          |

Çizelge 3. Deneme konularından ölçülen patlıcan vejetatif gelişme, verim ve verim parametreleri değerleri

Table 3. The measured eggplant vegetative growth, yield and yield parameters for treatments

| Deneme yılı | Deneme konuları | Bitki boyu (mm) | Bitki gövde çapı (mm) | Toplam verim (t/ha) | Meyve eni (mm) | Meyve boyu (mm) |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------------|---------------------|----------------|-----------------|
| 2015        | I <sub>1</sub>  | 494.0 ns        | 14.0 ns               | 47.60 ns            | 110.6 ns       | 150.9 ns        |
|             | I <sub>2</sub>  | 450.0           | 13.2                  | 40.40               | 106.0          | 143.7           |
|             | I <sub>3</sub>  | 463.0           | 13.5                  | 34.10               | 109.0          | 137.3           |
|             | I <sub>4</sub>  | 465.0           | 14.9                  | 33.40               | 106.3          | 132.8           |
| 2016        | I <sub>1</sub>  | 450.0 ns        | 13.5 ns               | 31.90 ns            | 98.6 ns        | 130.9 a*        |
|             | I <sub>2</sub>  | 401.0           | 13.5                  | 25.70               | 94.7           | 126.2 a         |
|             | I <sub>3</sub>  | 400.0           | 13.9                  | 22.89               | 94.8           | 120.6 ab        |
|             | I <sub>4</sub>  | 419.0           | 12.5                  | 21.80               | 93.9           | 114.2 b         |

\*:  $p < 0.05$  düzeyinde önemli, ns: önemsiz, a,b: LSD testi grupları

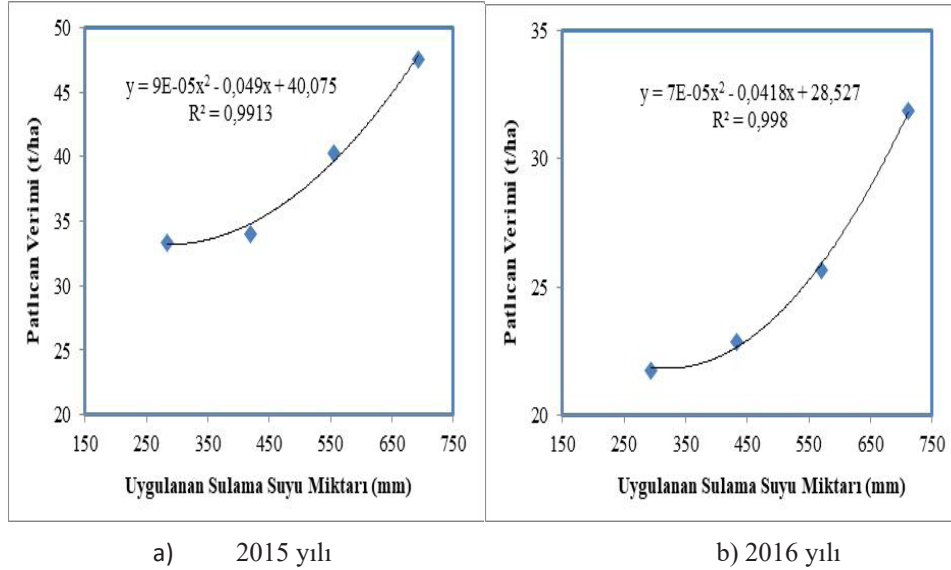
Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları, ölçülen bitki su tüketimi değerleri ve elde edilen birim alan verimlerinin eşitliklerde yerine konulması ile hesaplanan sulama suyu kullanım (*IWUE*) ve su kullanım randımanı (*WUE*) sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. *IWUE* değerleri denemenin ilk yılında 6.86 ile 11.80 kg/m<sup>3</sup>, ikinci yıl ise 4.49 ile 7.44 kg/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre denemenin her iki yılında da *IWUE* değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar elde edilmiştir. Özellikle, her iki yılda da farklı sulama suyu uygulamaları konuları arasında  $p < 0.01$  düzeyinde farklılıklar belirlenmiştir. Yapılan LSD testi sonuçlarında göre ise sulama suyu uygulamaları açısından en düşük miktarda sulama suyunun uygulandığı I<sub>4</sub> deneme konusu en üst grubu sulama suyu uygulanan diğer deneme konuları ise en alt grubu oluşturmuştur. *WUE* değerleri deneme konuları arasında 2015 yılında 5.68 ile 7.16 kg/m<sup>3</sup> arasında, 2016 yılında ise 3.83 ile 5.30 kg/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. İki yılda da en yüksek *WUE* değerleri I<sub>4</sub> deneme konusundan elde edilmesine karşın deneme konuları arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık görülmemiştir.

Çizelge 4. Deneme konularından elde edilen sulama suyu ve su kullanım randımanı değerleri

| Table 4. Irrigation water use efficiency and water use efficient values for treatments |                     |  |  |
|--|---------------------|--|--|
| Deneme yılı  | Deneme konuları     | Sulama suyu kullanım randımanı (IWUE) (kg/m <sup>3</sup> ) | Su kullanım randımanı (WUE) (kg/m <sup>3</sup> ) |
| 2015   | I <sub>1</sub>      | 6.86 b**   | 5.68 ns  |
|  | I <sub>2</sub>      | 7.27 b   | 5.69   |
|  | I <sub>3</sub>      | 8.13 b   | 5.85   |
|  | I <sub>4</sub>      | 11.80 a  | 7.16   |
|  | LSD <sub>0.01</sub> | 3.333  |  |
| 2016   | I <sub>1</sub>      | 4.49 b**   | 4.01 ns  |
|  | I <sub>2</sub>      | 4.50 b   | 3.83   |
|  | I <sub>3</sub>      | 5.28 b   | 4.24   |
|  | I <sub>4</sub>      | 7.44 a   | 5.30   |
|  | LSD <sub>0.01</sub> | 1.912  |  |

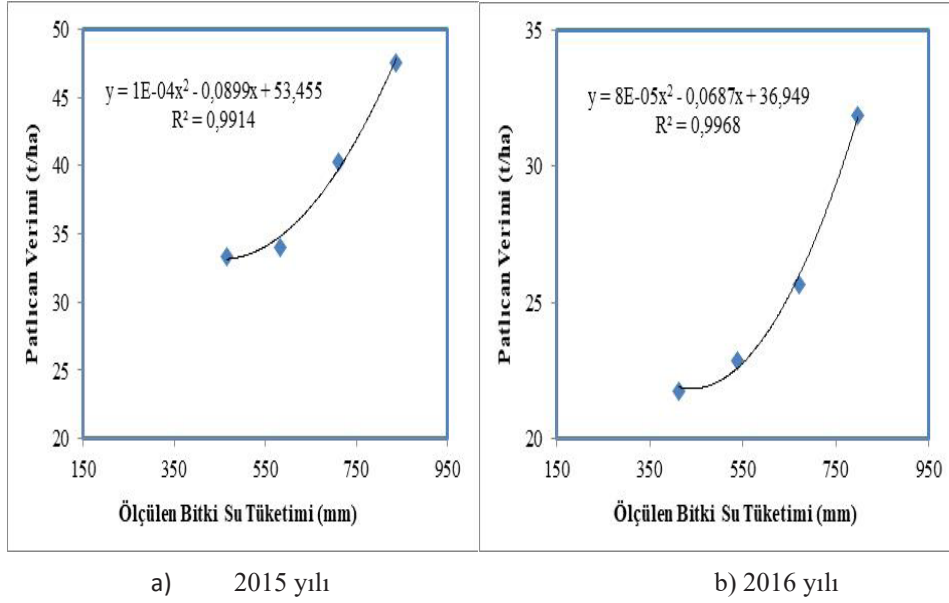
\*\* : p < 0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, a,b: LSD testi grupları

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarı ve ölçülen mevsimlik bitki su tüketimi değerlerine karşılık elde edilen toplam pazarlanabilir verim değerleri Şekil 4 ve 5’de verilmiştir. Şekiller incelendiğinde denemenin yürütüldüğü her iki yılda da patlıcan bitkisine toplam büyüme mevsimi boyunca uygulanan sulama suyu ile elde edilen verimler arasında ikinci dereceden doğrusal ilişkiler bulunmuştur. Benzer şekilde patlıcan bitkisinden elde edilen verim değerleri ile tüm büyüme mevsimi boyunca ölçülen bitki su tüketimleri arasında da ikinci dereceden doğrusal ilişkiler bulunmuştur.



Şekil 4. Deneme konularına uygulanan sulama suyuna karşılık elde edilen verim grafikleri

Figure 4. The relationship between eggplant yield and seasonal water applied for treatments



Şekil 5. Deneme konularında ölçülen bitki su tüketimi değerlerine karşılık elde edilen verim grafikleri

Figure 5. The relationship between eggplant yield and seasonal evapotranspiration for treatments

### Sonuç

Damla sulama yöntemi altında farklı sulama suyu uygulamalarının patlıcan bitkisine olan etkilerinin araştırıldığı çalışma, 2015 ve 2016 yıllarında Tekirdağ koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen buharlaşma değerlerinin %50, 75, 100 ve 125'inin uygulandığı dört farklı sulama suyu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Denemenin yürütüldüğü 2015 ve 2016 yıllarında uygulanan sulama suyu miktarları ve ölçülen bitki su tüketimleri, toprak ve iklim koşullarına bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Araştırmanın ilk yılında tüm deneme konularına 20 kez sulama uygulaması ile 283.0 ile 693.0 mm arasında sulama suyu uygulanırken, ikinci yılda ise 19 kez sulama uygulaması ile 293.0 ile 711.5 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Deneme konuları arasında uygulanan sulama suyu miktarları, A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin uygulama yüzdesine göre değişmiştir. En yüksek sulama suyu uygulamaları A sınıfı kaptan ölçülen buharlaşma değerlerinin %125'in uygulandığı deneme konusuna gerçekleştirilmiştir. Tüm büyüme mevsimi boyunca deneme konularından ölçülen mevsimlik patlıcan bitki su tüketimi değerleri 2015 yılında 466.2 ile 837.0 mm, 2016 yılında ise 411.7 ile 797.1 mm arasında uygulanan sulama suyu miktarlarına bağlı olarak değişmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça ölçülen bitki su tüketimi değerleri artmıştır. Deneme konuları arasında, sulama zamanı planlaması açısından önemli bir parametre olan günlük bitki su tüketimi değerleri ise uygulanan sulama suyu miktarına bağlı olarak 2015 yılında 1.6 ile 9.5 mm/gün ve 2016 yılında 3.0 ile 9.7 mm/gün arasında değişmiştir.

Deneme konularının patlıcan bitkisinin vejetatif gelişim unsurlarından bitki boyu ve bitki gövde çapına etkileri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde önemli farklar elde edilmediği belirlenmiştir. Bu sonuç, farklı sulama suyu uygulamalarının patlıcan bitkisinin vejetatif gelişim unsurlarına etkisinin olmadığı şeklinde açıklanabilir. Patlıcan bitkisinin verim ve verim unsurları açısından ise, toplam pazarlanabilir verim, meyve eni ve meyve boyu özellikleri incelenmiştir. Uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça toplam pazarlanabilir patlıcan verimi değerleri artmıştır. Deneme konularından elde edilen toplam pazarlanabilir verim değerleri, birinci yıl 33.4 ile 47.6 t/ha, ikinci yıl ise 21.80 ile 31.90 t/ha arasında değişmiştir. Verim değerleri üzerine yapılan istatistiksel sonuçlar dikkate alındığında, denemenin her iki yılında da önemli farklar elde edilmemiştir. Diğer yandan, deneme konuları arasında meyve eni ve meyve boyu değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde sadece denemenin ikinci yılında meyve boyu değerleri  $p < 0.05$  düzeyinde farklılıklar elde edilmiştir.

Verim ile uygulanan sulama suyu ve ölçülen bitki su tüketimi arasındaki ilişkiler sulama suyu kullanım randımanı ve su uygulama randımanı kavramları ile açıklanmıştır. Sulama suyu kullanım randımanı (*IWUE*) değerleri denemenin ilk yılında 6.86 ile 11.80 kg/m<sup>3</sup>, denemenin ikinci yılında ise 4.49 ile 7.44 kg/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Su kullanım randımanı (*WUE*) denemenin ilk yılında 5.68 ile 7.16 kg/m<sup>3</sup>, denemenin ikinci yılında ise 3.83 ile 5.30 kg/m<sup>3</sup> arasında değişmiştir. Denemenin ilk yılında elde edilen her iki randıman değerleri de verim değerlerinin yüksek olmasından dolayı daha fazla olmuştur. Randıman değerleri arasında yapılan istatistiksel



analizlerde, sulama suyu kullanımı randımanı (*IWUE*) değerleri arasında her iki yılda da istatistiksel olarak  $p<0.01$  düzeyinde farklılıklar elde edilmiştir. Farklıların gruplandırılması sonucunda ise A sınıfı buharlaşma kabından ölçülen açık su yüzeyi buharlaşma değerlerinin %50'sinin uygulandığı deneme konusunun ön plana çıktığı görülmüştür.

### Kaynaklar/References

- Anonim. (2015). Türkiye İstatistik Kurumu Verileri, Ankara.
- Aybak HÇ. (2005). Patlıcan Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık. ISBN 975-8377-11-6. İstanbul.
- Cemek, B., Cantürk, A., Taşan, M. & Taşan, S. (2018). Patlıcan Bitkisinin Sulama Programlamasının Belirlenmesinde Yapay Zeka Uygulamalarının Kullanılması. TÜBİTAK Proje Sonuç Raporu, 1140538
- Çolak, YB., Yazar, A., Çolak, İ., 2017. Çukurova Koşullarında toprakaltı damla yöntemiyle sulanan farklı kısıntılı sulama stratejilerinin patlıcan verim ve verim bileşenlerine etkisi. *Alatırım*, 16(1): 1-10.
- Doğanlar, S., Farry, A., Daunay, M.C., Lester, R.N. & Tanksley, S.D., (2002). Comparative Genetic Linkage Map of Eggplant (*Solanum melongena* L.) and Its Implications for Genome Evolution in the Solanaceae. *Genetics* 161: 1697- 1711.
- Ertek, A., Şensoy, S., Küçükymuk, C. & Gedik, I. (2006). Determination of Plant-Pan Coefficients For Field-Grown Eggplant (*Solanum melongena* L.) Using Class A Pan Evaporation Values. *Agric. Water Manag* 85: 58-66.
- FAO. (2015). FAOSTAT. 'Food and Agriculture Organization of the United Nations'. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- ICID. (2012). International Commission on Irrigation and Drainage <http://www.icid.org/sprinklerandmicro.pdf>
- Kanber, R. (1997). Sulama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Genel Yayın No. 174, Ders Kitapları Yayın No. 52, 530s, Adana.
- Kanber, R., Steduto, P., Aydın, Y., Ünlü, M., Özmen, S., Çetinkökü, Ö., Özekici, B., Diker K. & Sezen, M. S. (2004). Damla sulama sistemiyle fertigasyon uygulamalarının antepfıstığında gelişme, verim ve periyodisiteye etkisinin incelenmesi. Tübitak, TARP 1825.
- Karam, F., Saliba, R., Skaf, S., Breidy, J., Roupael, Y. & Balendonck J. (2011). Yield and water use of eggplants (*solanum melongena* L.) under full and deficit irrigation regimes. *Agric. Water Manag.* 98: 1307-1316.
- Kırmak, H., Taş, İ., Kaya, C. & Higgs, D. (2002). Effects of deficit irrigation on growth, yield and fruit quality of eggplant under semi- arid conditions. *Aust. J. Agric. Res.* 53: 1367-1373.
- Pirboneh, H., Ghasemi, M., Gohari, A.A., Bahari, B. & Bazkiyaei, Z.B. (2012). Effect of Irrigation and Straw Mulch on Yield Components of Eggplant (*Solanum Melongena* L.). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, Vol., 3 (1), 46-51.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M. & Polat, S. (2008). Özel Sebzeçilik. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Ders Kitabı. ISBN 978-9944-0786-0-3. Tekirdağ.
- Walker, W.R., & Skogerboe, G. V. (1987). Surface Irrigation. Theory and Practice. Prentice- Hall, Englewood Cliffs, 375pp, New Jersey.
- Yıldırım, O. (2008). Sulama Sistemlerinin Tasarımı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1565, Ankara.
- Yurtsever, N. (1984). Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları No. 56, Ankara.
- Zhang, H., Wang X., You, M. & Liu, C. (1999). Water -yield relations and water-use efficiency of winter wheat in THE North China Plain. *Irrig Sci.* 19: 37 -45.

## Bazı Bitki Ekstraktlarının *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun Neden olduğu Domates Bakteriyel Benek Hastalığına Antibakteriyel Etkisi

Antibacterial Effects of Some Plant Extracts against Tomato Bacterial Speck Disease Caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*

Feray KARABÜYÜK<sup>1,2</sup>, Yeşim AYSAN<sup>1</sup>

### Öz

*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (*Pst*)'nin neden olduğu Bakteriyel Benek Hastalığı domatesin en önemli tohum kaynaklı bakteriyel hastalığıdır. Bu çalışmada, yirmi dokuz bitki ekstraktının antibakteriyel etkileri *in vitro* ve *in vivo*'da araştırılmıştır. *In vitro*'da, *Allium sativum* 3 mm, *Coriandrum sativum* 13 mm, *Eucalyptus camaldulensis* 13.6 mm *Pst*'ye antibakteriyel etki göstermiştir. *Pst*'ye karşı Minimum Engelleme Konstrasyonu değerleri (MIC) *Allium sativum* için 4.25 µl/ml, *Eucalyptus camaldulensis* için 3.75 µl/ml, *Origanum onites* için ise >128 µl/ml olarak belirlenmiştir. *Allium sativum*, *Coriandrum sativum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Origanum onites*, *Origanum vulgare* subs. *hirtum* ve *Zingiber officinale* bitki ekstraktları tohuma uygulanmış ve *Pst*'nin neden olduğu hastalık %8.8-100 oranında engellenmiştir. Çalışmada, *A. sativum* ve *O. onites* en başarılı tohum uygulaması olarak saptanmıştır. Bitki ekstraktları domates tohumlarının çimlenmesine herhangi bir olumsuz etki yapmamıştır. Saksı çalışmalarında, *Allium sativum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Origanum onites*, *Zingiber officinale* ekstraktları yeşil aksama püskürtüldüğünde *Pst*'nin neden olduğu hastalık %96-99, ekstraktlar köke uygulandığında %80-100 oranında baskılanmıştır. Köke *Allium sativum* ekstraktı uygulamak domates fidelerinde toksik olmuştur. Sonuç olarak, bitki ekstraktları domates bakteriyel hastalıklarının mücadelesinde yeni pestisitlerin geliştirilmesi açısından *ümit* vaat etmektedir.


**Anahtar Kelimeler:** Domates, Bitki Ekstraktı, Antibakteriyel etki, Tohum uygulamaları, Yeşil aksam uygulamaları

### Abstract

Bacterial speck disease caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (*Pst*) is the most important seed-borne bacterial disease of tomato. In this study, the antibacterial activities of aqueous twenty-nine plant extracts were investigated *in vitro* and *in vivo* conditions. In *in vitro* experiments, extracts of *Allium sativum*, *Coriandrum sativum*, *Eucalyptus camaldulensis* inhibited *Pst* growth with the inhibition zones 3 mm, 13 mm and 13.6 mm, respectively. Minimum Inhibition Concentrations (MIC) values against *Pst* determination were *Eucalyptus camaldulensis* 3.75 µl/ml, *Allium sativum* 4.25 µl/ml, and *Origanum onites* >128 µl/ml. The effects of *Allium sativum*, *Coriandrum sativum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Origanum onites*, *Origanum vulgare* subs. *hirtum* and *Zingiber officinale* extracts on disease incidence and severity caused by *Pst* recorded 8.8-100% ratios as seed treatments. The most successful seed treatments were *Allium sativum* and *Origanum onites* extracts. Additionally, no negative effect on seed germination and emergence were recorded for the tested plant extracts as seed treatments. In pot experiments, foliar spraying of *Allium sativum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Origanum onites*, *Zingiber officinale* extracts were reduced the disease incidence from 96% to 99% ratios, whereas the disease incidence was inhibited as 80-100% ratios by root dipping. Root dipping applications of *Allium sativum* extract were toxic on tomato plants in both experiments for *Pst*. As a result, plant extracts are promising for the development of new pesticides in the control of bacterial diseases of tomatoes.

**Keywords:** Tomato, plant extracts, antibacterial effect, seed treatments, foliage applications

**\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Feray Karabüyük, Çukurova Üniversitesi, İmamoğlu Meslek Yüksekokulu, 01700, Adana, E mail: feraykrbyk@gmail.com  OrcID: 0000 0002 4884 2122

**2. Yeşim Aysan,** Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Adana, E-mail: aysanys@gmail.com  OrcID: 0000 0003 2647 5111

**Atıf/Citation:** Karabüyük, F., Aysan, Y. Bazı bitki ekstraktlarının *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun neden olduğu domates bakteriyel benek hastalığına antibakteriyel etkisi . *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 231-243.

### Extendend Summary

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is the most cultivated plant in the world and in our country (Anonim, 2017). Tomato yield and quality are adversely affected by diseases caused by fungal, bacterial and viral pathogens (Arshad et al., 2014). Bacterial Speck Disease caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (*Pst*) significantly affect crop yield and quality of tomatoes. *Pst* is one of the most important seed-borne bacterial diseases of tomato (Miller and Jones, 2014). The disease is a necessity to develop different strategies in disease management due to the cost of synthetic chemicals used in the disease struggle, the problem of phytotoxicity in different plants, the problem of resistance to applied chemicals, the negative effects of these chemicals on human and environmental health and the tendency of consumers to organic products (Mc Manus ve ark., 2002; Mbega ve ark., 2011). Due to these reasons, interest in antibacterial compounds derived from natural sources has gained importance in recent years. In this study, the antibacterial activities of aqueous extracts from twenty-nine medical and aromatic plants were investigated *in vitro* and *in vivo* conditions. The antibacterial activity of plant extracts in *in vitro* conditions was determined by the paper disc method and only three of the 29 extracts (*Allium sativum*, *Coriandrum sativum* and *Eucalyptus camaldulensis*) have shown inhibitory effect. As a result in *in vitro*, among medical and aromatic plant extracts, *Allium sativum*, *Coriandrum sativum* and *Eucalyptus camaldulensis* has shown inhibitory effect on *Pst* giving mean inhibition zones of 3 mm, 13.0 mm and 13.6 mm, respectively. Another *in vitro* experience, the Minimum Inhibition Concentrations, (MIC) of plant extracts inhibited the development of the pathogen were also determined. MIC values for *Allium sativum*, *Eucalyptus camaldulensis* and *Origanum onites* extracts used against *Pst* were determined as 4.25 µl/ml, 3.75 µl/ml and >128 µl/ml, respectively. The selected six plant extracts (*Allium sativum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Coriandrum sativum*, *Origanum onites*, *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* and *Zingiber officinale*) were applied to the seeds inoculated with pathogen and their efficacies on seed germination were determined. On request, all seed applications were found to be different and effective than the positive control application. The effects of *Allium sativum*, *Coriandrum sativum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Origanum onites*, *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* and *Zingiber officinale* extracts on disease incidence and severity recorded at the ratios of 8.8-100% as seed treatments. In the disease severity of an average decrease of 21.5-100% was determined. Additionally, seed treatments did not reduce seed germination. In pot experiments, spraying of *Allium sativum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Origanum onites*, *Zingiber officinale* extracts were reduced the disease incidence at the ratios of 96-99%. The application of plant extracts before or after pathogen contamination did not make any difference in the effect of the disease. When the seedlings were root dipping in plant extracts before planting, plant extracts except *Allium sativum* reduced the disease severity by 80.1-100%. However, *Allium sativum* extract was toxic totomato roots. As a result of the study, the antibacterial effects of *Allium sativum*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Origanum onites* and *Zingiber officinale* extracts on bacterial diseases of tomatoes have been demonstrated.

*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (*Pst*)'nin neden olduğu bakteriyel benek hastalığı domates yetiştiriciliğinde sorun olan önemli bakteriyel hastalıklar içerisinde yer almaktadır (Agrawal ve ark., 2012; Jones ve ark., 2014). Bakteriyel benek hastalığı ülkemizde domates yetiştirilen alanlarda görülen en yaygın bakteriyel hastalıklardan biridir.

Etmenin neden olduğu hastalık, domates bitkisinin gövde, yaprak, sap, çiçek ve meyve sapsarı gibi tüm toprak üstü kısımlarında kahverengiden siyaha kadar değişen renkte lekeler, meyvelerde ise çapları 1 mm'yi geçmeyen yüzeysel kabarcıklar şeklinde belirtilere neden olmaktadır. Bakteri bitkinin içinde sistemik ilerlemese de tohuma yerleşir ve farklı alanlara enfekteli tohum veya fide kullanımıyla yayılır (Aysan ve Saygılı, 2008; Miller ve Jones, 2014). Bu hastalık en önemli zararını tohum kökenli enfeksiyonlardan dolayı fide döneminde yapar. Tohum kabuğunda bulunan *Pst*, tohumun çimlenmesiyle ilk gelişen kotiledon yapraklarda lekeler oluşturur ve ticari fidelelerde gerekli önlemler alınmadığı takdirde ciddi fide kayıplarıyla karşılaşılır. Benzer durum, ülkemizde 2004 yılında Akdeniz Bölgesi'ndeki ticari fidelelerde yaşanmıştır. Domates Bakteriyel Benek Hastalığı epidemisi sonucu binlerce domates fidesi imha edilmek zorunda kalmıştır (Aysan ve ark., 2004; Basım ve ark., 2004).

Bitkisel üretimde başlangıç materyali olarak kullanılan tohum, yüksek verim ve kaliteli ürün elde edilmesinde doğrudan etkilidir. Ancak tohum kaynaklı hastalıklar, ürün verimini ve kalitesini ciddi şekilde etkileyebilmektedir. Bitki bakteriyel hastalıklarıyla mücadelede ilk şart hastaliksız tohum/fideyle üretime başlamaktır. *Pst*'nin neden olduğu hastalığın ilk inokulum kaynağı patojen bakteriyle bulaşık tohum veya fidedir. Tohumla taşınan hastalıklarla mücadelede en etkili yöntemlerden biri tohum üretimi sırasında bakteriyel inokulumun bulaşmasını engellemektir. Ticari fidelelerde bakteri bulaşıklığı varsa etkili tohum uygulamalarını ve yeşil aksam ilaçlamalarını kullanmak önemlidir. Diğer bir mücadele stratejisi de bitkinin hastalıklara karşı dayanıklılığını artırmaktır. Üretim esnasında bu hastalıklarla karşılaşıldığında da bakırlı preparatlar veya bitki aktivatörleri yeşil aksam püskürtülerek uygulanmalıdır (Soykan ve Aysan, 2011; Çetinkaya-Yıldız ve ark., 2014; Farimaz ve ark., 2014).

Tüketicilerin son yıllarda bilinçlenmesiyle üreticiler de bitkisel üretimde insan ve çevre sağlığına olumsuz etkisi olan kimyasalları kullanmak istememektedirler. Bu nedenle ekonomik öneme sahip bitki hastalık ve zararlılarına karşı, yeni mücadele stratejileri geliştirmek, bitkide hastalıklara dayanıklılığı uyaran yeni preparatlar bulmak, hatta insan sağlığına ve çevreye dost yeni kimyasal bileşiklerin elde edilmesine yönelik araştırmalarda artış olmuştur (Mc Manus ve ark., 2002; Mbega ve ark., 2011).

Hastalık etmeni bakterilerin mücadelesinde tarımsal antibiyotiklerin kullanımının ülkemizde ve pek çok ülkede yasak olması nedeniyle, doğal antibiyotik olarak adlandırılan tıbbi ve aromatik bitkilerden elde edilen antimikrobiyal maddelerin kullanımıyla ilgili araştırmalara olan ilgi son yıllarda artmıştır. Bu araştırmalardaki artışın nedenlerinden bazıları; doğada kolay bulunmaları, ucuz olmaları, doğaya toksik madde yaymamaları, kısa zamanda dekompoze olarak toprak ve su kirliliğine yol açmamaları, insan sağlığını tehdit edecek uzun süreli kalıntılar oluşturmamaları ve hastalık etmenlerine spesifik olmalarıdır (Erlen, 2000; Mbega ve ark., 2011). Bu bitkiler sekonder metabolitler bakımından zenginlerdir ve buldukları bitkilerin yaşadıkları çevredeki biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı savunma sistemlerini oluşturmalarıdır. Sekonder metabolitler çoğunlukla antifungal, antibakteriyel, antivirütik ve antioksidan etkilidir. Bu nedenle, bitkilerde hastalık ve zararlılara karşı savunmanın yanında, stres ve olumsuz çevre faktörlerine karşı korunma gibi önemli görevleri de bulunmaktadır (Baydar, 2009).

Bu çalışma ile, domates yetiştiriciliğinde sorun olan *Pst*'nin neden olduğu Domates Bakteriyel Benek Hastalığının mücadelesinde bitki ekstraktlarının kullanım olanakları ve entegre mücadele programlarına dahil edilme olanakları araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

#### Hastalık Etmeni İzolatlar

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü bakteriyoloji laboratuvarı kültür koleksiyonlarında bulunan YA-581 kodlu *Pst* izolatu çalışmada kullanılmıştır. YA-581 kodlu izolat Adana ili Karataş ilçesinden (Karabüyük ve ark., 2014) hasta domates bitkilerinden izole edilmiştir.

#### Domates Tohum ve Fideleri

Tohum uygulamalarında, tohuma herhangi bir uygulama yapılmamış ilaçsız tohumla çalışma yapılmıştır. Bu amaçla PTK 102 çeşidi domates tohumları kullanılmıştır. Saksı çalışmalarında *Pst* ile kurulan denemelerde baharlık bir domates çeşidi olan İskender F1 çeşidi kullanılmıştır.

### Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

Denemelerde 29 farklı tıbbi ve aromatik bitki türünden elde edilen ekstraktlar kullanılmıştır. Bu bitkiler, (1) Çukurova Üniversitesi Karaisalı Meslek Yüksekokulu Tıbbi ve Aromatik Bitki Koleksiyon Bahçesi, (2) Ali Nihat GÖKYİĞİT Botanik Bahçesi, (3) Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Koleksiyon Bahçesi, (4) Adana'nın Sarıçam ve Karaisalı ilçeleri doğal florası ve (5) ticari olarak satış yapan marketlerden temin edilmiştir (Tablo 1.).

Tablo 1. Denemelerde kullanılan tıbbi ve aromatik bitki türleri

Table 1. Types of medicinal and aromatic plants used in experiments

| Bitki Türü  | Yerel Adı        | Temin edildiği Yer   | Kullanılan Bitki Aksamı |
|---|------------------|--|-------------------------|
| <i>Aloe vera</i> L.                                       | Aloevera         |  | Yeşil aksam             |
| <i>Calendula officinalis</i> L.                           | Tıbbi nergis     |  | Çiçek                   |
| <i>Coriandrum sativum</i> L.                              | Kişniş           |  | Tohum/ Meyve            |
| <i>Echinacea purpurea</i> L.                              | Ekinezya         | Ç.Ü. Karaisalı Meslek<br>Yüksekokulu   | Çiçek                   |
| <i>Lavandula angustifolia</i> L.                          | Lavanta          | Koleksiyon Parselleri  | Çiçek                   |
| <i>Matricaria chamomilla</i> L.                           | Tıbbi papatya    |  | Çiçek                   |
| <i>Mentha piperita</i> L.                                 | Tıbbi nane       |  | Yaprak                  |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> L.                          | Biberiye         |  | Çiçekli Dalları         |
| <i>Salvia officinalis</i> L.                              | Tıbbi Adaçayı    |  | Yaprak                  |
| <i>Origanum onites</i> L.                                 | İzmir Kekliği    | Ç.Ü. Ali Nihat GÖKYİĞİT<br>Botanik Bahçesi   | Toprak Üstü Aksam       |
| <i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>hirtum</i> (Link) Ietsw | İstanbul Kekliği |  |                         |
| <i>Thymbra spicata</i> L. subsp. <i>spicata</i>           | Karabaş Kekik    | Mustafa Kemal Üniversitesi,<br>Ziraat Fakültesi, Tarla<br>Bitkileri Bölümü,<br>Tıbbi-Aromatik Bitkiler<br>Koleksiyon Bahçesi | Yeşil aksam             |
| <i>Thymus vulgaris</i> L.                                 | Adi kekik        |  |                         |
| <i>Capparis ovata</i> Desf.                               | Kapari           |  | Yeşil aksam             |
| <i>Hypericum perforatum</i> L.                            | Kantaron         | Karaisalı/ADANA  | Yeşil aksam             |
| <i>Myrtus communis</i> L.                                 | Mersin           |  | Yeşil aksam             |
| <i>Sinapsis nigra</i> L.                                  | Hardal           |  | Yeşil aksam             |
| <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.                    | Okaliptüs        | Sarıçam/ADANA  | Yeşil aksam             |
| <i>Nerium oleander</i> L.                                 | Zakkum           |  |                         |
| <i>Allium sativum</i> L.                                  | Sarımsak         |  | Soğan                   |
| <i>Allium cepa</i> L.                                     | Soğan            |  | Soğan                   |
| <i>Anethum graveolens</i> L.                              | Dereotu          |  | Yeşil aksam             |
| <i>Cuminum cyminum</i> L.                                 | Kimyon           |  | Tohum                   |
| <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.                           | Rezene           |  | Tohum                   |
| <i>Ocimum basilicum</i> L.                                | Fesleğen         | Market   | Yeşil aksam             |
| <i>Pimpinella anisum</i> L.                               | Anason           |  | Tohum                   |
| <i>Raphanus sativus</i> L.                                | Antep Turpu      |  | Yumru                   |
| <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L.M.Perry.        | Karanfil         |  | Tohum                   |
| <i>Zingiber officinale</i> L.                             | Zencefil         |  | Yumru                   |

### Besi Yerleri

Çalışmada katı besi yeri olarak King B (KB) (Proteose peptone 20.0 g/lit; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 1.5 g/lit; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 1.5 g/lit; agar 15 g/lit; Glycerol 10.0 ml/lit) ve sıvı besi yeri olarak Nutrient Broth (NB) (Merck 1.07228.0500; 8 gr/lit) kullanılmıştır (Lelliott ve Stead, 1987).

### İklim Odasının Özellikleri

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümünde bulunan, 16:8 saat aydınlatmalı, %75 nem, 25±2°C sıcaklık, klima ile ısıtılan/soğutulan iklim odası koşullarında tohum denemeleri yapılmıştır.

### Sera Özellikleri

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Deneme ve Araştırma parsellerinde bulunan yüksek tip ısıtmasız cam serada saksı denemeleri yapılmıştır.

### Toprak ve plastik küvet-saksı özellikleri

İklim odasında yapılan tohum denemelerinde ticari olarak satılan steril torf, plastik küvetler (36 x 23x 8 cm boy, en, yükseklik), sera denemelerinde ise çiftlik gübresi karıştırılarak doğal toprak ve plastik saksılar (8 x 8 x 20 cm boy, en, yükseklik) kullanılmıştır.

### Yöntem

#### Bitki Ekstraktlarının Hazırlanması

Tıbbi ve aromatik bitkilerin farklı kısımlarından 100 gr bitki parçası 100 ml distile su içerisinde elektrikli parçalayıcıda parçalanarak ekstrakte edilmiştir. Tohumları kullanılan bitkiler çok zor parçalandıkları için, bir gece önceden 1:1 oranında steril su içerisinde bekletilerek ertesi gün parçalanmıştır. Homojenize edilen bitki ekstraktları tülbenkten süzülerek iri parçalardan ayrılmıştır. Geriye kalan sulu ekstrakt 6.500 rpm'de 15 dakika santrifüj edilerek üstteki sıvı (süpernatant) alınmış altta kalan pellet atılmıştır. *In vivo* tohum ve saksı denemelerinde hazırlanan ekstraktlar santrifüj aşamasından hemen sonra kullanılmıştır. *In vitro* petri denemelerinde ise hazırlanan ekstraktlar filtreden geçirilerek soğuk sterilizasyon yöntemiyle sterilize edilmiştir. Bu amaçla hazırlanan ekstraktlar ilk önce 45 µm por'luk filtre içeren vakumlu holder'den geçirilmiş (Kozak ve ark., 2014), ardından Milipore marka 0.22 µm por'luk filtreden geçirilerek (Mirik ve ark., 2002; Balestra ve ark., 2009) steril edilmiştir. Çalışmada her zaman taze olarak hazırlanan ekstraktlar kullanılmıştır.

#### Farklı Bitki Ekstraktlarının *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'ya Antibakteriyel Etkisi

Yirmi dokuz farklı tıbbi ve aromatik bitki ekstraktının, domates bakteriyel patojenlerinden *Pst*'ye antibakteriyel etkisi *in vitro*'da kağıt disk yöntemine göre belirlenmiştir (Mangama ve Sreeramulu, 1981).

Spektrofotometrede A<sub>600</sub>:0.2 hazırlanan patojen bakteri süspansiyonu seyreltilerek son popülasyon olarak yaklaşık 10<sup>6</sup> hücre/ml'ye ayarlanmıştır. Bu süspansiyondan 100 µl alınarak KB besi yeri içeren petrilere patojen üç tekrarlı olarak bagelele yayılmıştır. Petrilere steril kabinde yaklaşık 1 saat bekletildikten sonra, 1 cm çapında yuvarlak 3 adet filtre kağıdı 120 derece açıyla birbirinden eşit uzaklıkta olacak şekilde her petriye yerleştirilmiştir. Sterilize edilmiş bitki ekstraktlarından 20 µl alınıp kağıt diskler üzerine damlatılmıştır. Çalışmada negatif kontrol olarak steril su, pozitif kontrol olarak ise *Pst*'ye etkili bir antibiyotik olan Streptomisin sülfat (100 mg/ml) kullanılmıştır. Uygulama yapılmış petrilere 25°C'de 24 saat inkübatörde bekletilmiştir. İnkübasyondan sonra kağıt diskler etrafında oluşan engelleme zonunun çapı (mm) ölçülerek kaydedilmiştir.

#### Farklı Bitki Ekstraktlarının *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'yu Minimum Engelleme Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Kağıt disk yöntemiyle etkili bulunan bitki ekstraktlarının (*A. sativum*, *C. sativum*, *E. camaldulensis*), *Pst*'yi engelleyen minimum konsantrasyon (Minimum Inhibition Concentrations, MIC) değeri tüp dilüsyon yöntemine göre belirlenmiştir (Kotan ve ark., 2007; Kamba ve ark., 2010; Murthy ve ark., 2015; Anonim, 2018). Çalışmaya ayrıca antibakteriyel etkisi saptanmasa da *O. onites* ekstraktı da dahil edilmiştir.

Tüp dilüsyon yönteminde, NB besi yeri içeren cam deney tüplere 1 ml patojen bakterinin (*Pst*) belli popülasyondaki (yaklaşık 10<sup>6</sup> hücre/ml) inokulumu eklenmiştir. Daha sonra taze hazırlanmış bitki ekstraktlarının farklı konsantrasyonları (0.125 µl/ml, 0.25 µl/ml, 0.5 µl/ml, 1 µl/ml, 2 µl/ml, 4 µl/ml, 8 µl/ml, 16 µl/ml, 32 µl/ml, 64 µl/ml ve 128µl/ml) her bir tüpe belirtilen oranlarda ilave edilmiştir. Ayrıca bitki ekstraktı içermeyen, bakteri üremesinin göstergesi olan kontrol tüpüne de sadece patojen bakteri eklenmiştir. Patojen bakteri inoküle edilmemiş, sadece sıvı besi yeri içeren bir tüp de besi yeri kontrolü olarak kullanılmıştır. Tüpler 25°C'de bir gün inkübe edildikten sonra bakteri üremesini gösteren bulanıklık yönünden incelenmiştir. Her bir tüpten 100 µl alınarak KB içeren petrilere üç tekrarlı olarak bagelele yayılmıştır. Uygulama yapılmış petrilere 25°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. Bakterinin üremesini önleyen, gözle görünür bir bulanıklığın ve besi yerinde gelişimin olmadığı

en düşük bitki ekstraktı konsantrasyonu, MIC değeri olarak belirlenmiştir.

#### **Domates Tohumlarının *Pseudomonas syringae pv. tomato* ile Bulaştırılması**

YA-581 kodlu *Pst* izolatu KB besi yerinde 25°C'deki inkübatörde 24 saat süreyle geliştirilmiştir. Gelişen bakteriden saf suyla spektrofotometre yardımıyla  $A_{600}:0.2$  ölçüm değerinde bir süspansiyon hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyona (yaklaşık  $2.9 \times 10^8$  hücre/ml) domates tohumları batırılmış ve 30 dakika süreyle 150 rpm hızda oda sıcaklığında çalkalanarak patojen bakteriyle bulaştırılmıştır. Bulaştırma işleminden sonra süzgeçle süzülen tohumlar 20x20 ebatlarında tahta çerçeveler üzerine örtülen tülbentlere yayılarak bir gece boyunca kurumaya bırakılmıştır. Negatif kontrol uygulamasında sağlıklı domates tohumları aynı yöntemle sadece saf suya daldırılmış ve ardından ekimi yapılmıştır.

#### **Farklı Bitki Ekstraktlarının Tohum Uygulaması Olarak Domates Bakteriyel Benek Hastalığına Etkisi**

Çalışmanın bu bölümünde *A. sativum*, *C. sativum*, *E. camaldulensis*, *O. onites*, *O. vulgare* subsp. *hirtum* ve *Z. officinale* bitkilerinden elde edilen altı farklı bitki ekstraktı kullanılmıştır.

#### **Patojenle Bulaşık Tohumlara Bitki Ekstraktlarının Uygulanması**

Yapay olarak *Pst* ile bulaştırılmış domates tohumları, erlen içerisinde bulunan 6 farklı bitkiden hazırlanan ekstraktlara 30 dakika daldırılmıştır. Bu süre sonunda süzgeçle süzülen uygulama görmüş tohumlar torfla dolu plastik küvetlere ekilmiştir. Küvetler daha önce koşulları belirtilen iklim odasına yerleştirilmiştir. Uygulama görmüş tohumlardan gelişen fideler hastalık yönünden incelenerek uygulamaların tohum kökenli olan bakteriyel benek hastalığı çıkışına ve şiddetine etkisi araştırılmıştır (van der Wolf ve ark., 2008; Dadasoglu ve ark., 2011; Kotan ve ark., 2013; Baştaş, 2015). Çalışma, özellikleri daha önce belirtilen iklim odası koşullarında yapılmıştır.

#### **Uygulamaların Etkinliğinin Değerlendirilmesi**

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre beş tekrar, her tekrar için 30 adet domates tohumu kullanılmıştır. Uygulamaların etkinliği sadece patojenle bulaştırılan pozitif kontrol uygulamasıyla karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Tohumlar çimlendikten sonra sadece patojenle bulaştırılmış pozitif kontrol uygulamasının kotiledon yapraklarında kahverengi-siyah lekeler gözlemlendiğinde denemede gelişen bütün fideler sökülerek hastalık oranı, hastalık şiddeti ve bitki ekstraktlarının çimlenmeye etkisi değerlendirilmiştir. Tohum uygulaması olarak bitki ekstraktlarının hastalık şiddetine etkisi 0-3 skalasıyla (0: kotiledon yapraklarda leke yok, 1: kotiledon yapraklarda 1 leke, 2: kotiledon yapraklarda 2-3 leke, 3: Kotiledon yapraklarda 4 ve 4'den fazla leke) değerlendirilmiştir (Karabüyük ve ark., 2018; Cemen ve ark., 2018; Horuz ve ark., 2018).

Elde edilen veriler Tawsend-Heuberger formülüne göre hastalık şiddetinin %'si belirlenmiştir. Bitki ekstraktlarının tohum uygulaması olarak hastalık şiddetine etki %'si Abbott formülüyle (% etki = (kontrol-uygulama/kontrol) x 100) hesaplanmıştır (Karman, 1971). Yapılan hesaplamadan sonra, ortalama hastalık yüzdesi saptanmış ve açı değerleri alınarak ANOVA istatistik programında LSD çoklu karşılaştırma testinde  $P \leq 0,05$  önem düzeyine göre uygulamalar arasındaki fark saptanmıştır. İstatistiki olarak aynı grupta yer alan uygulamalar aynı harfle belirtilmiştir.

#### **Farklı Bitki Ekstraktlarının Yeşil Aksamdaki Hastalığa Etkisi**

Bu denemelerde bakteriyel patojene karşı dört farklı bitki ekstraktıyla (*A. sativum*, *E. camaldulensis*, *O. onites* ve *Z. officinale*) çalışılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekrarlı ve her tekrarda 5 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Her uygulama için 3-5 yapraklı dönemde (15-20 cm boyda) 25 domates fidesi olmak üzere kurulmuştur.

Hazırlanan ekstraktlar, domates bitkilerinin yeşil aksamına bir el pülverizatörüyle püskürtülerek ve kökler daldırılarak iki farklı şekilde uygulanmıştır. Yeşil aksam püskürtmelerinde uygulamaların birinde önce patojen inokulasyonu yapılmış, bundan 24 saat sonra bitki ekstraktı uygulanarak ekstraktların hastalığa karşı tedavi edici yeteneği araştırılmıştır (Goel ve Paul, 2014). Diğer bir uygulamada ise önce bitki ekstraktı yapraklara püskürtülerek uygulanmış, ardından 24 saat sonra patojen bulaştırılarak ekstraktların hastalığa karşı koruyucu özelliğinin olup olmadığı incelenmiştir (Altundağ, 2007; Alemu ve ark., 2013; Quattrucci ve ark., 2013). Üçüncü uygulamada ise domates fideleri saksılara şaşırtılmadan önce kökleri 15 dakika bitki ekstraktlarına daldırılmış üç gün sonra patojen bulaştırılarak ekstraktların bitkide dayanıklılığı uyarıcı etkisi araştırılmıştır (Goel ve ark., 2017). Dayanıklılığı uyarıcı etkisi olan ISR-2000 adlı ticari bitki aktivatörü karşılaştırma materyali olarak kullanılmıştır. Bütün uygulama şekillerinde pozitif kontrol olarak domates fidelerine sadece patojen bakteri inokule edilmiş, negatif kontrol olarak da steril su uygulaması yapılmıştır. Uygulamalar bitkinin stomalarının açık olduğu günün erken saatlerinde yapılmıştır. Denemede yer alan uygulamalar aşağıda verilmiştir.

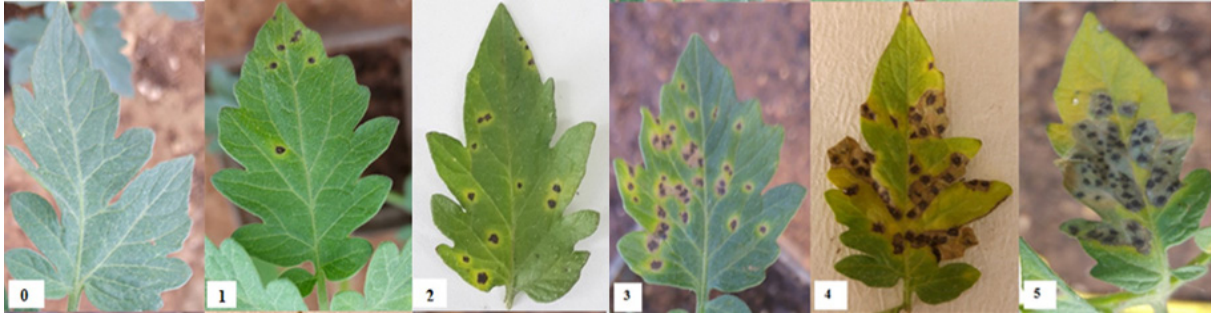
- Yeşil aksama önce patojen inokulasyonu 24 saat sonra ekstrakt püskürtme (Tedavi Edici Etki)
- Domates yapraklarına ekstrakt püskürtme 24 saat sonra patojen inokulasyonu (Koruyucu Etki),



- Domates fide kökleri dikimden önce bitki ekstraktlarına daldırma üç gün sonra patojen inokulasyonu (Dayanıklılığı Uyarıcı Etki)
- Patojen bakteri inokule edilmiş bitkiler (Pozitif Kontrol)
- Steril su uygulanmış bitkiler (Negatif Kontrol)

*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun yaprak patojeni olması nedeniyle  $10^6$  hücre/ml yoğunlukta hazırlanan patojene süspansiyonu bir el pülverizatörüyle püskürtülerek bitkiler inokule edilmiştir.

Bitkiler günlük olarak kontrol edilmiş ve hastalık belirtileri pozitif kontrolde gözlemlendikten sonra deneme değerlendirilmiştir. *Pst* ile bulaştırılmış bitkilerin her birinden üç yaprak alınarak çalışma kapsamında geliştirilen 0-5 skalasıyla (0: hastalık belirtisi yok; 1: yaprak alanının %1-15 lekeli; 2: yaprak alanının %16-30 lekeli; 3: yaprak alanının %31-45 lekeli; 4: yaprak alanının %46-60 lekeli; 5: yaprak alanının %61'den fazlası lekeli) değerlendirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Saksı denemeleri için kullanılan 0-5 skalası

Figure 2. 0 to 5 scales for pot experiments

## Bulgular

### Farklı Bitki Ekstraktlarının *Pst*'ye Antibakteriyel Etkisi ve Minimum Engelleme Konsantrasyonlarının Belirlenmesi

Yirmi dokuz farklı bitki ekstraktının *Pst*'ye antibakteriyel etkisini saptamak amacıyla *in vitro*'da yapılan çalışmada pozitif kontrol olarak kullanılan streptomisin antibiyotiğinde 9.2 mm engelleme zonu saptanırken, *A. sativum*'da 3 mm, *C. sativum*'da 13.0 mm ve *E. camaldulensis*'de 13.6 mm engelleme zonu geliştirdikleri kaydedilmiştir.

Denemelerde kullanılan bitki ekstraktlarının *Pst*'yi minimum engelleme konsantrasyonlarının belirlendiği çalışmada *E. camaldulensis*'de 3.75 µl/ml, *A. sativum*'da 4.25 µl/ml, *C. sativum* ve *O. onites*'de >128 µl/ml dozunda olduğu saptanmıştır.

### Farklı Bitki Ekstraktlarının Tohum Uygulaması Olarak Domates Bakteriyel Benek Hastalığına Etkisi

Altı farklı bitki ekstraktı *Pst* ile bulaşık tohumlara uygulandığında, Domates Bakteriyel Benek Hastalığı %8.8-100 oranında baskılanmıştır. Hastalık şiddetinde ise ortalama %21.5-100 arasında azalış belirlenmiştir. Sadece *Pst* bulaştırılan pozitif kontrol uygulamasında hastalık oranı %65 olarak kaydedilmiştir. Negatif kontrol uygulaması olarak sadece suya daldırılan tohumlardan gelişen bitkilerde herhangi bir hastalık saptanmamıştır. Negatif kontrol ile karşılaştırılan çimlenme denemesinde, hiçbir uygulama tohumların çimlenme yeteneğine olumsuz bir etki yapmamış ve tüm uygulamalar steril su (negatif kontrol) uygulamasıyla aynı istatistiki grupta yer almıştır (Tablo 2).

**Tablo 2. Domates tohumlarına uygulanan bitki ekstraktlarının *Pst*'nin neden olduğu Domates Bakteriye Benek Hastalığına etkisi**

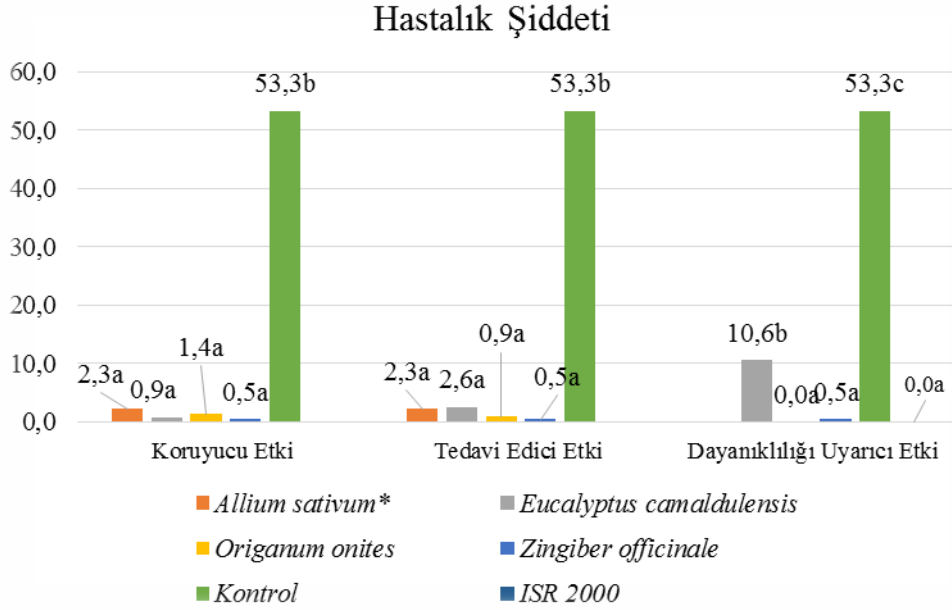
**Table 2. The effect of plant extracts as seed treatment on Tomato Bacterial Speck Disease caused by *Pst***

| Uygulamalar                     | Hastalık Çıkışı (%) |    | % Etki | Hastalık Şiddeti (%) |    | % Etki | Çimlenme Oranı (%)** |   |
|---------------------------------|---------------------|----|--------|----------------------|----|--------|----------------------|---|
| <i>Allium sativum</i>           | 0.0                 | a* | 100.0  | 0.0                  | a  | 100.0  | 73.3                 | a |
| <i>Origanum onites</i>          | 10.7                | a  | 83.4   | 7.3                  | a  | 84,3   | 72.7                 | a |
| <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | 45.2                | b  | 29.9   | 28.0                 | b  | 40.0   | 80.0                 | a |
| <i>O. vulgare subsp. hirtum</i> | 50.8                | b  | 21.3   | 31.3                 | bc | 32.9   | 70.0                 | a |
| <i>Zingiber officinale</i>      | 39.9                | b  | 38.1   | 27.3                 | b  | 41.5   | 70.7                 | a |
| <i>Coriandrum sativum</i>       | 58.8                | cd | 8.8    | 36.7                 | c  | 21.5   | 68.0                 | a |
| Kontrol                         | 64.5                | d  |        | 46.7                 | d  |        | 72.0                 | a |

\*) Sütun içerisinde farklı harfi içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre farklıdır

### Farklı Bitki Ekstraktlarının Yeşil Aksamdaki Domates Bakteriye Benek Hastalığına Etkisi

Dört bitki ekstraktı (*A. sativum*, *E. camaldulensis*, *O. onites* ve *Z. officinale*) domates bitkilerinin yeşil aksamına püskürtüldüğünde, *Pst*'nin neden olduğu Domates Bakteriye Benek Hastalığı'nın şiddetinde %95.1-99.1 arasında değişen oranlarda azalma tespit edilmiştir. Sadece *Pst* bulaştırılan pozitif kontrol uygulamasında hastalık şiddetinin ortalama %53.3 iken, yeşil aksam bitki ekstraktları uygulandığında hastalık şiddeti %0.5-2.6 arasında olduğu belirlenmiştir. İstatistiki olarak incelendiğinde, yeşil aksam bitki ekstraktı uygulamaları pozitif kontrol uygulamasından farklı ve etkili bulunmuştur. Tüm uygulamalar kontrolden farklı tek bir grup oluşturmuştur (Tablo 3.).



\*: Dayanıklılık Uyarıcı Etki'de *Allium sativum* fitotoksik olmuştur

**Figure 3. Bitki ekstraktlarının *Pst*'nin neden olduğu Domates Bakteriye Benek Hastalığına etkisi**

**Şekil 3. Effect of plant extracts on tomato bacterial speck disease caused by *Pst***

Bitki ekstraktlarının patojen bulaşmasından önce veya sonra uygulanmaları hastalığın baskılanmasında bir fark yaratmamıştır. Diğer bir ifadeyle, *Pst* domates yapraklarına bulaştıktan 24 saat sonra *A. sativum*, *E. camaldulensis*, *O. onites* ve *Z. officinale* ekstraktları domates yapraklarına uygulandığında Bakteriye Benek Hastalığı gayet başarılı bir şekilde engellenmiş ve tedavi edici özellikte olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde bu dört bitki ekstraktı domates yapraklarına püskürtüldükten 24 saat sonra patojen bakteri *Pst* yapraklara bulaştığında hastalık yine etkili

bir şekilde engellenmiş ve uygulamanın koruyucu etkiye de sahip olduğu belirlenmiştir.

Fide kökleri dikim öncesi dört bitki ekstraktına daldırıldığında, *O. onites* ve *Z. officinale* ekstraktları hastalık şiddetinde %99.1-100 arasında değişen oranlarda azalışa neden olmuştur. Çalışmada karşılaştırma materyali olarak kullanılan ISR-2000 adlı ticari preparat da *O.onites* uygulaması gibi Bakteriye Benek Hastalığını tamamen baskılamıştır. *E. camaldulensis* ekstraktına daldırma ise hastalık şiddetini %80.1 oranında baskılamıştır. *E. camaldulensis*, *O. onites* ve *Z.officinale* ekstraktları bitkide dayanıklılığı uyararak hastalığı engellediği belirlenmiştir. Ancak *A. sativum* ekstraktına domates fidelerinin köklerini daldırmak bitki için toksik olmuş ve uygulaması görmüş 25 fideden sadece üçü canlı kalabilmiş diğerleri kuruyarak ölmüştür.

### Tartışma

Günümüzde tarım yapılan alanlardaki en önemli sorunlardan biri, yetiştiriciliği yapılan ürünlerin kalitesinde ve miktarında azalmaya neden olan hastalıklardır. Hastalık mücadelesinde kullanılan sentetik kimyasalların maliyeti, farklı bitkilerdeki fitotoksite sorunu (Cai ve ark., 2017), uygulanan kimyasallara karşı direnç problemi (Milijašević ve ark., 2009; Yang ve ark., 2013), bu kimyasalların insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri (Kotan ve ark., 2014; La Torre ve ark., 2018) ve tüketicilerin organik ürünlere olan eğilimi gibi nedenlerle hastalık yönetiminde farklı stratejiler (Kaya, 2017) geliştirmek bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmanın *in vitro* koşullardaki sonuçları incelendiğinde, en güçlü antibakteriyel etki *Allium sativum* ekstraktından elde edilmiştir. Farklı çalışmalar incelendiğinde insan ve bitki patojenlerine karşı antibakteriyel etkisi en fazla araştırılan bitki türlerinden biri *Allium sativum*'dur. *Allium sativum*'un başarısı içerisinde bulunan kükürt ihtiva eden bileşiklerden, uçucu yağlardan (alicin, alliin ve ajoene), enzimlerden, karbonhidratlardan, minerallerden, aminoasitlerden, biyoflavonoidlerden, vitaminlerden, beta karoten gibi 200'ü aşkın kimyasal maddeden kaynaklanmaktadır (Faydaoğlu ve Yücel, 2014). *Allium sativum* ekstraktının *Pst*'ye karşı antibakteriyel etkisi çalışmamızda kanıtlanmıştır. *In vitro* da *Allium sativum* ekstraktı *Pst*'ye karşı düşük antibakteriyel etki oluştururken, saksı denemelerinde tam tersi bir durumla karşılaşmıştır. Saksı çalışmalarında *Allium sativum* ekstraktı yeşil aksama uygulandığında *Pst*'nin neden olduğu hastalığı %96 oranında baskılamıştır. *In vitro* ve *in vivo* denemelerdeki uyumsuzluk fitopatoloji çalışmalarında yaygın olarak karşılaşılan bir durumdur (Goel ve ark., 2017) ve bu durumla burada da karşılaşmıştır. *Allium sativum* antibakteriyel etkisinin yanı sıra, bitkide sistemik dayanıklılık mekanizmasını da uyarılmaktadır (Curtis ve ark., 2004; Slusarenko ve ark., 2008). Ancak *Allium sativum* ekstraktı domates köklerine uygulandığında fitotoksitaya neden olmuş ve fideler ölmüştür. Özellikle içerisinde barındırdığı uçucu yağların buna neden olabileceği düşünülmüştür.

*In vitro* ve *in vivo* çalışmalarının uyumsuzluğunu gösteren bir sonuçla *Origanum onites* ile yapılan çalışmalarda da karşılaşmıştır. *Origanum onites in vitro* petri denemelerinde herhangi bir antibakteriyel madde üretmezken, *in vivo* denemelerde gayet başarılı olduğu saptanmıştır. Benzer şekilde *Azadiractha indica* (Goel ve Paul, 2014) ve *Tagetes erecta* (Goel ve ark., 2017) ekstraktları *Pst*'ye petride etkisizken, bitkide çeşitli enzimleri (peroksidaz, fenil amonyak liyaz ve polifenol oksidaz aktivitesini) aktive ederek hastalığı bitkide baskılamıştır. Bu durum bitki ekstraktlarının sadece antibakteriyel aktiviteyle değil, farklı mekanizmalarla da hastalığı baskıladığı düşüncesini akla getirmektedir. Bitki ekstraktlarının dayanıklılığı uyarıcı etkileri farklı çalışmalarla da ortaya konmuştur (Curtis ve ark., 2004; Slusarenko ve ark., 2008; Baştaş, 2015; Goel ve ark., 2017). Bu çalışmada *Origanum onites*'in MIC değeri de  $>128 \mu\text{l/ml}$  olarak belirlenmiş ve antibakteriyel aktivitesi düşük olarak değerlendirilmiştir. *Origanum onites*'in ile yapılan *in vivo* çalışmalarda *Pst*'nin tohumdan dezenfeksiyonunda %83, bitkide hastalığı baskılama yeteneği %93'ün üzerinde olmuştur. *Origanum onites* petride *Pst* gelişimini baskılayamazken bitkide hastalık gelişimini gayet yüksek oranda baskılaması bitkide dayanıklılık mekanizmasını uyardığı fikrini akla getirmiştir. Benzer şekilde Kotan ve ark (2014)'da *Origanum onites*'in domateste dayanıklılığı uyardığından bahsetmektedir. *Origanum onites*'in bitkide aktive ettiği maddelerin neler olduğu gelecekte araştırılmalıdır.

*Allium sativum*'un MIC değeri *Pst* için  $4.25 \mu\text{l/ml}$  olarak tespit edilmiştir. MIC ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, benzer şekilde *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* ve *Pseudomonas solanacearum* için de  $40 \text{ mg/ml}$  (Jeyaseelan ve ark., 2011) oranı bulunmuştur.

Bu çalışmada bitki ekstraktları domates tohumlarına uygulanmış, ayrıca fide döneminde yeşil aksama püskürtülmüş veya fideler toprağa şaşırtılmadan kökleri bitki ekstraktlarına daldırılmıştır. Etkinlik açısından tohum uygulamalarıyla yeşil aksama uygulamaları arasında farklılıklar görülmüştür. *Pst*'nin neden olduğu bakteriyel benek hastalığı tohum uygulamalarıyla çok daha başarılı şekilde baskılanmıştır. *Pst* gibi tohum kökenli bakteriyel hastalıkların mücadelesinde ilk adım hastaliksız üretim materyali kullanmak olmalıdır (Öcal, 2015). Domates tohumlarında uzun süre yaşamını sürdüren *Pst* tohumun çimlenmesi esnasında popülasyonunu artırır ve

tohum kabuğundan gerçek yapraklara bulaşarak hastalığın yayılmasına neden olur (Aysan ve ark., 2005). Tohum kabuğunda lokalize olan *Pst* mücadelesinde tohum uygulamaları gayet başarılı sonuç vermektedir (Horuz ve ark., 2018). Benzer çalışmalarda (van der Wolf ve ark., 2008; Verma ve Agrawal, 2015; Verma ve Agrawal, 2017; Umarusman ve ark., 2018) olduğu gibi, tohuma çeşitli bitki ekstraktlarını uygulamanın başarısı bu çalışmayla da ortaya konmuştur.

Tüm sonuçlar dikkate alındığında, *Pst*'nin neden olduğu Domates Bakteriyel Benek Hastalığının entegre yönetiminde, bitki ekstraktlarının tohuma, köke veya yeşil aksama uygulanabileceği bu çalışmayla gösterilmiştir. Başarılı bulunan bitki ekstraktlarının diğer domates bakteriyel patojenlerine antibakteriyel etkisinin araştırılması faydalı olacaktır. Bu çevre dostu bitkisel kökenli antimikrobiyal maddeler ticarileştirilmeden önce optimum ekstraksiyon yöntemi ve formülasyonu, etkili doz miktarlarının tespiti ve fitotoksiteyi ortadan kaldıracak yöntemlerin araştırılması gereklidir.

#### **Teşekkürler**

Bu çalışma Çukurova üniversitesi BAP birimi tarafından FDK 2015-4071 kodlu projeye desteklenmiştir.

## Kaynakça/References

- Agrawal, K., Sharma, D.K., and Jain, V.K., 2012. Seed-Borne Bacterial Diseases of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and Their Control Measures: A Review. International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences 2 (2): 173-182p.
- Alemu, D., Lemessa, F., Wakjira, M., and Berecha, G., 2013. Antibacterial Activity of Some Invasive Alien Species Extracts against Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) Bacterial Wilt Caused by *Ralstonia solanacearum* (Smith). Plant Pathology Journal, 12 (2): 61-70p.
- Altundağ, Ş., 2007. *Labiatae* Familyasına Ait Bazı Endemik Türlerin Önemli Bitki Patojeni Bakteriler Üzerine Antimikrobiyel Etkisinin Araştırılması. Gazi Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Anonim, 2017. [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Patlicangil%20Sebzeleri%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi%201.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Patlicangil%20Sebzeleri%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi%201.pdf). (Erişim Tarihi:18.08.2018).
- Anonim, 2018. [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Antibiyotik%20Duyari%C4%B1%C4%B1k%20Testi.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Antibiyotik%20Duyari%C4%B1%C4%B1k%20Testi.pdf). (Erişim Tarihi: 29 06 2018).
- Arshad, W., Haq, I., Waheed, T.M., Mysore, K.S., and Mirza, B., 2014. *Agrobacterium*-Mediated Transformation of Tomato with a rolB Gene Results in Enhancement of Fruit Quality and Foliar Resistance against Fungal Pathogens. PLoS ONE 9 (5) e96979.
- Aysan, Y., Mirik, M., Sahin, F., and Çetinkaya-Yıldız, R., 2004. Outbreak of Bacterial Speck Disease in a Nursery in The Eastern Mediterranean Region of Turkey. 3<sup>rd</sup> Balkan Symposium on Vegetables & Potatoes, 6-10 September, 2004, Bursa Turkey. Acta Horticulturae 729: 441-443s.
- Aysan, Y., Mirik, M., Çetinkaya-Yıldız, R., ve Küsek, M., 2005. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun Yayılmasına Tohum Kökenli İnokulumun Rolü, Türkiye II. Tohumculuk Kongresi 9-11 Kasım 2005, Adana, 353s.
- Aysan, Y., ve Saygılı, H., 2008. Domates Bakteriyel Benek Hastalığı. (H. SAYGILI, F. ŞAHİN, Y. AYSAN Editörler) Bitki Bakteri Hastalıkları, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 123-126s.
- Balestra, G.M., Heydari, A., Ceccarelli, D., Ovidi, E., and Quattrucci, A., 2009. Antibacterial Effect of *Allium sativum* and *Ficus carica* Extracts on Tomato Bacterial Pathogens. Crop Protection, 28: 807-811p.
- Basim, H., Basim, E., Yilmaz, S., Dickstein, E.R., and Jones, J.B., 2004. An Outbreak of Bacterial Speck Caused by *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* on Tomato Transplants Grown in Commercial Seedling Companies Located in The Western Mediterranean Region of Turkey. Plant Disease, 88: 1050p.
- Baydar, H., 2009. Sekonder Metabolitlerin Önemi. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayın No: 51 Ziraat Fakültesi, SDÜ Basım Evi, Isparta. 45-63s.
- Baştaş, K.K., 2015. Determination of Antibacterial Efficacies of Plant Extracts on Tomato Bacterial Speck Disease. The Journal of Turkish Phytopathology, 44 (1-3): 1-10p.
- Cai, J., Wang, M., Zhao, X., Zhang, Y., and Yuan, X., 2017. Antimicrobial Activity of Laminaria japonica Extract against Bacterial Canker of Tomato Disease Agent *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Journal of Applied and Food Quality 90: 183-190.
- Cemen, A., Aysan, Y., Horuz, S., and Saygılı, H., 2018. Biological Control of Tomato Bacterial Speck Disease Using Bacteriophages. Integrated Control in Protected Crops, Temperature Climate, IOBC, WPRS Bulletin. 124: 146p.
- Curtis, H., Noll, U., Störmann, J., and Slusarenko, A.J., 2004. Broad-Spectrum Activity of The Volatile Phytoanticipin Allicin in Extracts of Garlic (*Allium sativum* L.) Against Plant Pathogenic Bacteria, Fungi and Oomycetes. Physiological and Molecular Plant Pathology, 65: 79-89.
- Çetinkaya-Yıldız, R., ve Aysan, Y., 2014. Domates Bakteriyel Solgunluk Hastalığının Bitki Büyüme Düzenleyici Kök Bakterileri ile Biyolojik Mücadelesi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 5 (1): 9-22s.
- Dadasoğlu, F., Aydın, T., Kotan, R., Cakir, A., Ozer, H., Kordali, S., Cakmakci, R., Dikbas, N., and Mete, E., 2011. Antibacterial Activities of Extracts and Essential Oils of Three *Origanum* Species Against Plant Pathogenic Bacteria and Their Potential Use as Seed Disinfectants. Journal of Plant Pathology, 93 (2): 271-282p.
- Erlen, F., 2000. Bitki Kökenli Bileşiklerin Böcek ve Akarlarla Mücadelede Kullanılma Potansiyeli Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı.
- Farimaz, A., Horuz, S., ve Aysan, Y., 2014. Çeşitli Bitki Aktivatörleri ve Ticari Gübrelerin Karpuz Bakteriyel Meyve Lekesi Hastalığına Etkisi. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 5 (1): 31-38p.
- Faydaoğlu, E. ve Yücel M.R., 2014. Geleneksel Tedavide Sarımsak (*Allium sativum*) Önemi ve Kullanım Alanları, II. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 23-25 Eylül 2014, 153. Ganiyu, A.S., Popoola, A.R., Owolade, O.F., and Fatona, K.A., 2017. Control of Common Bacterial Blight Disease of Cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) with Certain Plant Extracts in Abeokuta, Nigeria. Journal of Crop Improvement, 31:3, 280-288.
- Goel, N., and Paul, P.K., 2014. Neem Fruit Extract Induces Peroxidase and Lipoyxygenase in Tomato. Asian Journal of Biological and Life Sciences, 3 (3): 189-194p.
- Goel, N., Anukrati, K., and Paul, P.K., 2017. Biocontrol of Bacterial Speck of Tomato by Aqueous Extract of *Tagetes erecta*. Journal of Plant Protection Research 57 (4).
- Horuz, S., Ocal, A., and Aysan, Y., 2018. Efficacy of Hot Water and Chemical Seed Treatments on Bacterial Speck of Tomato in Turkey. Fresenius Environmental Bulletin, 27 (5): 3185-3190p.
- Jones, J.B., Zitter, T.A., Momol, T.M., and Miller, S.A., 2014. In: Compendium of Tomato Diseases and Pests, Second Edition, APS Press, Minnesota, USA, 50-70p.
- Jeyaseelan, E.C., Pathmanathan, M.K. and Jeyadevan J.P., 2011. Inhibitory Effect of Different Solvent Extracts of *Vitex negundo* L. and *Allium sativum* L. on Phytopathogenic Bacteria. Archives of Applied Science Research, 3 (1): 1-8p.

- Kamba, A.S., and Hassan, G.L., 2010. Phytochemical And Microbial Screening of *Parkinsonia aculeata* L. Leaves. International Journal of Drug Development & Research, 2: 1p.
- Karabüyük, F., Kirli, M.M., Horuz, S. ve Aysan, Y., 2014. Adana'da Domateslerde Fidelik ve Tarlada Sorun Olan Tohum Kökenli Bakteriyel Hastalıklar. 5. Uluslararası Katılımlı Tohumculuk Kongresi, 19-23 Ekim 2014, Diyarbakır, 682-684s.
- Karabüyük, F., and Aysan, Y., 2018. Aqueous Plant Extracts as Seedtreatments on Tomato Bacterial Speck Disease. Proceeding of The V. International Symposium on Tomato Diseases: perspectives and future directions in Tomato Protection. Acta Horticulture, 1207: 193-196.
- Karman, M., 1971. Bitki Koruma Araştırmalarında Genel Bilgiler. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirme Esasları, T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları, 279s.
- Kaya, C., 2017. Organik Tarımda Bitki Koruma Ürünlerinin Seçimi ve Doğru Kullanımı, Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/ DİYARBAKIR.
- Kotan, R., Dadasoğlu, F., Kordali, S., Cakır, A., Dikbas, N., and Cakmakçı, R., 2007. Antibacterial Activity of Essential Oils Extracted From Some Medicinal Plants, Carvacrol and Thymol on *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Doiidge) dye Causes Bacterial Spot Disease on Pepper and Tomato. Journal of Agricultural Technology 3(2): 299-306p.
- Kotan, R., Dadasoğlu, F., Karagöz, K., Cakir, A., Ozer, H., Kordali, S., Cakmakci, R., Dikbas, N., 2013. Antibacterial Activity of The Essential Oil and Extracts of *Satureja Hortensis* Against Plant Pathogenic Bacteria and Their Potential Use as Seed Disinfectants. Scientia Horticulturae, 153: 34-41p.
- Kotan, R., Cakir, A., Ozer, H., Kordali, S., Cakmakci, R., Dadasoğlu, F., Dikbas, N., Aydın, T., and Kazaz, C., 2014. Antibacterial Effects of *Origanum onites* against Phytopathogenic Bacteria: Possible Use of The Extracts from Protection of Disease Caused by Some Phytopathogenic Bacteria. Scientia Horticulturae, 172: 201-220.
- Kozak, S. ve Erkılıç, A., 2014. Bazı Bitki ekstraktlarının *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae* Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi, 3-5 Şubat 2014, Antalya, 237s.
- La Torre, A., Lovino, V., and Caradonia, F., 2018. Copper in Plant Protection: Current Situation and Prospects. Phytopathologia Mediterranea, 57 (2): 201-236.
- Lelliott, R.A., and Stead, D.E., 1987. Methods for The Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants. Methods in Plant Pathology, (T. F. Preece, Series editor), Volume 2, Published on behalf of the British Society for Plant Pathology by Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK., 219p.
- Mangamma, P., and Speeramula, A., 1981. Garlic Extract Inhibitory to Growth of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Indian Phytopathology, 44: 372p.
- Mbega, E.R., Mabagala, R.B., Wulff, E.G., and Mortensen, C.N., 2011. Plant Extracts and essential Oils in Seed Treatment. Production of Healthy Tomato Transplants Danish Seed Health Centre for Developing Countries, University of Copenhagen.
- Mc Manus P.S., Stockwell, V.O., Sundin, G.W., and Jones, A.L., 2002. Antibiotic Use in Plant Agriculture, Annual Review of Phytopathology, 40: 443-65p.
- Milijašević, S., Todorović, B., Potočnik, I., Rekanović, E., and Stepanović, M., 2009. Effects of Copper-Based Compounds, Antibiotics and A Plant Activator on Population Sizes and Spread of *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* in Greenhouse Tomato Seedlings. Pesticides Phytomedicine Belgrade Journal, 24: 19-27.
- Miller, S.A., and Jones, J.B., 2014. Bacterial Speck. (J.B Jones, T.A Zitter, T.M. Momol and S.A. Miller, Edition) In: Compendium of Tomato Diseases and Pests, Second Edition, The American Phytopathological Society, 54-55p.
- Mirik, M. ve Aysan Y., 2002. Tohum Kökenli *Xanthomonas cmpestris* pv. *vesicatoria* Üzerine Çeşitli Bitki Ekstraktlarının Etkisi. Türkiye I. Tohumculuk Kongresi, 11-13 Eylül 2002, İzmir. 333-338s.
- Murthy, K.N., Uzma, F., Soumya, K., and Srinivas, C., 2015. Antibacterial Activity of Neem (*Azadirachta indica*) Plant Extracts against Bacterial Wilt of Tomato Caused by *Ralstonia solanacearum*. International Journal of Research in Agricultural Sciences, 2, (5): 2348-3997p.
- Öcal, A., 2015. Farklı Tohum Uygulamalarının Domates Bakteriyel Kara Leke Hastalığına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı.
- Silva, R.F., Pascholati, S.F., and Bedendo, I.P., 2013. Induced Resistance in Tomato Plants to *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* by *Lentinula edodes* and *Agaricus subrufescens* (syn. *Agaricus Brasiliensis*). Journal of Plant Pathology, 95 (2): 285-297p.
- Soykan, Ö., ve Aysan, Y., 2011. Bazı Bitki Aktivatörleri ile Organik ve İnorganik Gübrelerin Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığına Etkisi. Türkiye IV: Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 28-30 Haziran 2011, Kahramanmaraş, 317s.
- Slusarenko, A.J., Patel, A., and Portz, D., 2008. Control of Plant Diseases by Natural Products: Allicin From Garlic as a Case Study. European Journal of Plant Pathology 121: 313-322p.
- Umarusman, M.A., Aysan, Y., and Özgüven, M., 2018. Investigation of The Antimicrobial Effects of Different Plant Extracts Against Pea Bacterial Leaf Blight Disease Caused by *Pseudomonas syringae* pv. *pisi*. IX International Scientific Agricultural Symposium, October 04-07, Bosnia and Herzegovina, 706p.
- van der Wolf, J.M., Birnbaum, Y., van der Zouwen, P.S., and Groot, S.P.C., 2008. Disinfection of Vegetable Seed by Treatment With Essential Oils, Organic Acids and Plant Extracts. Seed Science and Technology, 36: 76-88p.
- Verma, A.K., and Agrawal K., 2015. Bio-Efficacy of Some Medicinal Plant Extracts Against *Pseudomonas syringae* pv. *pisi* causing Bacterial Blight of Pea, International Journal of Pharmacology and Toxicology 5(1): 67-70p.
- Verma, A.K., and Agrawal, K., 2017. *In vitro* Evaluation of Antibacterial Activity of Some Medicinal Plants against *Xanthomonas pisi* Causing Leaf Spot of Pea. International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research, 45(2): 156-159p.
- Yang, R., Luo, C., Chen Y., Wang G., Xu, Y., and Shen Z., 2013. Copper-Resistant Bacteria Enhance Plant Growth and Copper Phytoextraction.

International Journal of Phytoremediation, 15 (6): 573-584.

Quattrucci, A., Ovidi, E., Tiezzi, A., Vinciguerra, V., and Balestra, G.M., 2013. Biological Control of Tomato Bacterial Speck Using *Punica granatum* Fruit Peel Extract. *Crop Protection* 46: 18-22p.

## Identification of *Propionibacterium* spp. Isolated from Mihaliç Cheeses by MALDI-TOF MS

Mihaliç Peynirlerinden İzole Edilen *Propionibacterium* Türlerinin MALDI-TOF MS ile Tanımlanması

Göksel TIRPANCI SİVRİ<sup>1\*</sup>, Ömer ÖKSÜZ<sup>1</sup>

### Abstract


Propionic acid bacteria (PAB) are responsible for characteristic properties of Mihaliç cheese, which is one of the most prevalent traditional cheese types produced in Turkey. Recently, matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) has been reliable and rapid method for identifying bacterial isolates. The aim of this study was to evaluate the PAB profile of Mihaliç cheese by their identification by MALDI-TOF MS system. In this study, a total of 25 cheese samples were analyzed and 95 isolates were determined as probable PAB based on their morphological characteristics, gram staining, catalase activity and pigment production. All isolates were analyzed by MALDI-TOF MS and 21 of them were belong to PAB. Isolates were identified as *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii* (57%), *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* (33%) and *Propionibacterium thoenii* (10%). This study indicates that the diversity of PAB found in Mihaliç cheese can be determined rapidly and economically by MALDI-TOF MS.

**Keywords:** Mihaliç cheese, Propionic Acid Bacteria, MALDI-TOF MS

### Öz

Türkiye’de üretilen önemli geleneksel peynirlerden biri olan Mihaliç peyniri, karakteristik özelliklerini Propiyonik asit bakterileri (PAB) sayesinde kazanmaktadır. Matris destekli lazer desorpsiyon / iyonizasyon uçuş süresi kütle spektrometresi (MALDI-TOF MS), son yıllarda bakteriyel izolatları tanımlamak için güvenilir ve hızlı bir yöntem olarak popüler olmuştur. Bu çalışmanın amacı Mihaliç peynirinde bulunan propiyonik asit bakterilerini MALDI-TOF MS sistemi ile tanımlamaktır. Bu çalışmada toplam 25 adet geleneksel Mihaliç peynir örnekleri incelenmiş ve morfolojik özelliklerine, gram boyamaya, katalaz aktivitesine ve pigment üretimlerine dayanarak 95 adet izolat elde edilmiştir. Bu izolatlar MALDI-TOF MS ile tanımlanmış ve 21 tanesi PAB olarak belirlenmiştir. Tanımlanan izolatlar; *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii* (% 57), *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* (%33) ve *Propionibacterium thoenii* (% 10) dir. Bu çalışma, Mihaliç peynirinde bulunan PAB çeşitliliğinin ilk kez MALDI-TOF MS tarafından hızlı ve ekonomik olarak belirlenebileceğini göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mihaliç peyniri, Propiyonik Asit Bakterileri, MALDI-TOF MS

<sup>1\*</sup>**Corresponding Author:** Göksel Tırpancı Sivri, Tekirdag Namik Kemal University, Faculty of Agriculture, Food Engineering Department, Tekirdag, Turkey E-mail: [gtirpanci@nku.edu.tr](mailto:gtirpanci@nku.edu.tr)  OrcID: 0000-0001-9192-2825

<sup>1</sup>Ömer Öksüz, Tekirdag Namik Kemal University, Faculty of Agriculture, Food Engineering Department, Tekirdag, TURKEY

**Atf/Citation:** Tırpancı Sivri, G., Öksüz Ö. Identification of *Propionibacterium* spp. isolated from Mihaliç Cheeses by MALDI-TOF MS. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 244-250.



Mihaliç cheese is a traditional cheese produced in Turkey, especially in Bursa-Balıkesir region. It is characterized by a salty, hard and slightly acidic cheese (Demirci, Şimşek, & Taşan, 1994). It is preferred for its characteristic natural taste, texture, and flavor. Mihaliç cheese is usually produced by natural contaminating microorganisms, which grow during the ripening period and support maturation (Hayaloglu, Ozer, & Fox, 2008; Ozer, 2015). Typical properties of this cheese are mainly associated with dairy Propionibacteria, which are also key organisms in the production of Emmental and Swiss-type cheeses (Freitas et al., 2015). Mihaliç cheese has many common properties including texture and eye structure with Swiss-type cheeses. Since the products of lactate metabolism are responsible for the specific eye formation and distinctive flavor and texture, the *Propionibacteria* used in maturation process is essential in the production of those cheeses (Britz & Riedel, 1994).

*Propionibacteria* are from the *Actinobacteria* class with high G+C % (64–68 %). They are gram positive, catalase positive, non-motile, mesophilic, pleomorphic rods, non-spore-forming, anaerobic/aerotolerant bacteria. The optimal temperature for growth is 30 °C, but they grow at 15–40 °C at pH 5.1–8.5 (Cummins & Johnson, 2003; Patrick & McDowell, 2015). Besides fermentation properties, dairy *Propionibacteria* are used as probiotic, silage inoculum and in the production of vitamin B12 and propionic acid (Argañaraz-Martínez, Babot, Apella, & Perez Chaia, 2013; Ibrahim, Effat, Tawfik, Mehanna, & Soliman, 2017; Martens, Barg, Warren, & Jahn, 2002; Pillai, Prakash, & Lali, 2017).

Probiotic properties of *Propionibacteria* make them health-promoting microorganisms (Ibrahim et al., 2017). *Propionibacteria* can produce various food components that contribute to the health-benefits of fermented foods (Luiz et al., 2017; Plé et al., 2015). Propionic acid bacteria used as a starter culture in cheese production can exhibit beneficial health effects; this may lead to improvement of new fermented dairy products with the help of identified strains having beneficial properties. It is crucial to have a reliable, quick and economical technique for the identification of productive and valuable strains (Vorob'eva, Khasaeva, Vasilyuk, & Trenquil, 2011).

It is fundamental to identify PAB in order to determine strains, which can produce functional compounds, so provide advantages to industry. There are many genotypic methods like polymerase chain reaction (PCR), random amplified polymorphic DNA (RAPD) and pulsed-field gel electrophoresis (PFGE) used in characterization of microorganisms (Giraffa & Neviani, 2001). However, they do not meet the need of an economic, fast and precise method for identification. Classification of these microorganisms using classical microbiological methods is time-consuming and interpretation of the results is often difficult.

Rapid and reliable identification of food-related bacteria is essential for food safety and quality. Recently, MALDI-TOF MS has been used as a tool for quick and correct characterization of microorganisms (Wieser, Schneider, Jung, & Schubert, 2012). MALDI-TOF MS has been employed as a tool for not only identification of bacteria, but also yeast, mycobacteria, and molds (Chalupová, Raus, Sedlářová, & Šebela, 2014; Pavlovic, Huber, Konrad, & Busch, 2013). The method is based on the determination of distinctive proteins, like ribosomal proteins and identification through automatic matching of the generated mass spectrum with spectra in the database (Lay, 2001). The principle of MALDI-TOF MS basically relies on thermal desorption caused by laser energy leading to ionization of proteins and then ions can move in the flight tube according to their degree of ionization and the masses. Therefore, they can be separated easily based on their time of flight. Flight times of the ions provides a characteristic spectrum which is unique for each species (Fenselau & Demirev, 2001). Since MALDI-TOF MS fingerprints a large spectrum of proteins, it has the ability to classify closely related species and to identify organisms at the species level (Fox, 2006; Murray, 2010).

There are many advantages that MALDI-TOF MS provides for microbial identification include easy pretreatment of samples, quick results, and lower costs, compared to conventional phenotypic techniques (Pavlovic et al., 2013). The suitability of MALDI-TOF MS for identification of propionic acid bacteria has been studied before and it has been proved that MALDI profiles of the bacteria indicate high correlation with the genotypic identity (Vorob'eva et al., 2011). Therefore, the aim of the present study was to determine the most abundant propionic acid bacteria in Mihaliç cheese by MALDI-TOF MS, which is a rapid and reliable technique. Considering that propionic acid bacteria can be used in numerous food-related applications, it is important to identify them to make use of beneficial properties.

## Materials and Methods

### Isolation of Propionic Acid Bacteria

A total of 25 Mihaliç cheese samples were provided from 10 different local producers in Balıkesir–Bursa region. Cheese samples were at least 3 months matured. Samples were brought to the laboratory without breaking cold chain. They were stored at 4 °C until analyses start.

Several colonies were randomly selected from all the cheese samples and then purified on the same medium. Isolates of propionic acid bacteria were grown at the optimum growth temperature (30°C), in yeast extract lactate broth (YEL Broth) for 48 hours under anaerobic conditions. After incubation, samples were examined under a microscope to determine the morphological characteristics. Gram staining was performed to separate gram positive colonies, then catalase activity test was done to determine the catalase positive isolates. Moreover pigment production after ten days on yeast extract lactate agar (YEL Agar) plates was observed and white/cream, yellow/orange and red/brown colonies were evaluated as “possible PAB” (Britz & Riedel, 1994).

### Identification of Isolates by MALDI-TOF MS

MALDI-TOF MS analysis was performed by following the instructions given by Bruker Daltonics, (Bremen, Germany). It was performed for 95 isolates. Each sample was placed in duplicate onto the Micro scout 96 target plate.

A single colony was picked from a petri dish and transferred into a tube, then suspended with distilled water. It was centrifuged for 5 min at 6000 g. The pellet was mixed with acetonitrile/formic acid/water (50:35:15, v/v) solution for the extraction process.  $\alpha$ -cyano-4-hydroxycinnamic acid (CHCA) was chosen as the matrix solution. For analysis, the cell suspension in the matrix (1: 1) was applied dropwise with an automatic dispenser onto the target plate and then dried at room temperature. After matrix and sample dried on the target plate, it was inserted in the MALDI-TOF MS instrument and the proteomic spectrums were generated.

The mass spectrometry was calibrated with the manufacturer bacterial test standard *E. coli* DH5 $\alpha$  extracts (Bruker Daltonics, Bremen, Germany). Ion mass spectra in the linear mode were executed on a Microflex LT mass spectrometer (Bruker Daltonics, Bremen, Germany). The range of recorded masses was 3,6–17 kDa in the positive ion mode. The spectrum of the sample was then matched with reference spectrum in the MALDI Biotyper Reference Library version 4.0.0.1 (Bruker Daltonics). The integrated software generates an outcome list.

Results obtained from the Microflex LT system were given as score values. Score values > 2.0 (green color) and from 1.7 to 2 (yellow color) were recognized as reliable at the species and genus level, respectively. When the given score was < 1.7, the fingerprint was not reported as ‘reliable identification’, meaning that it did not match sufficiently with any reference species in the database.

### Result and Discussion

Characterization studies of dairy propionic acid bacteria are important to realize their diversity in various samples (Vorob’eva et al., 2011). Since food industry are looking for biotechnologically important strains for being used as culture in ripening process of cheese, research about this topic become significantly important.

Dairy *propionibacteria* do not exist in human microbiota normally however they can be found naturally in raw milk, dairy products, soil and fermented foods and plant materials like fermented olives (Patrick and McDowell, 2012). Dairy *propionibacteria* traditionally isolated from milk and dairy products were described as: *P. freudenreichii*, *P. acidipropionici*, *P. jensenii* and *P. thoenii* (Cumins & Johnson, 1986).

For this study 25 Mihaliç cheese from 10 different local producers were provided YEL agar was chosen for growth of “target” microorganisms which are propionic acid bacteria, (Britz & Riedel, 1994). Among the different isolates from these cheese, 95 isolates were selected according to their morphologic properties including being Gram-positive, non-motile, non-spore former, anaerobic to aerotolerant cocci to short rods and catalase positive. However, only 21 of them were identified as *Propionibacterium* spp. according to MALDI-TOF MS analysis. The rest was identified as mostly *Lactobacillus* sp. and *Enterococcus* sp.. Quantitative information on the identified isolates from the samples is given in Table 1.

**Table 1: Identification of Isolates from Mihaliç Cheeses Cultured on YEL Agar Plates Incubated Anaerobically at 30 °C.**

| Defined Microorganisms                       | Number of Isolates | Percent of Isolates (%) |
|--|--------------------|-------------------------|
| <i>Propionibacterium freudenreichii</i> spp. | 19                 | 20                      |
| <i>Propionibacterium thoenii</i> sp.         | 2                  | 2,1                     |
| <i>Lactobacillus paracasei</i> spp.          | 22                 | 23,2                    |
| <i>Lactobacillus plantarum</i> sp.           | 13                 | 13,7                    |

|                                    |    |      |
|------------------------------------|----|------|
| <i>Lactobacillus fermentum</i> sp. | 10 | 10,5 |
| <i>Enterococcus faecalis</i> sp.   | 4  | 4,2  |
| <i>Enterococcus faecium</i> sp.    | 4  | 4,2  |
| <i>Enterococcus durans</i> sp.     | 3  | 3,2  |
| not reliable identification        | 18 | 18,9 |

Recently, a study investigating microbiota of local cheese from Turkey published similar results obtained by MALDI-TOF MS (Kanak & Yilmaz, 2018). Kanak (2018) specially focused on lactic acid bacteria and identified as *Enterococcus durans* (6), *E. faecalis* (18), *E. faecium* (24), *E. italicus* (2), *Lb. brevis* (1), *Lb. paracasei* (2), *Lb. plantarum* (1), *Lactococcus lactis* (3), *Leuconostoc lactis* (1), *Leu. mesenteroides* (11), and *Streptococcus parauberis* (2) at species levels using MALDO-TDF MS analysis. Similarly, a study conducted to determine lactic acid bacteria isolated from a French cheese by MALDI-TOF (Nacef, Chevalier, Chollet, & Flahaut, 2017). They also indicated that *Lactobacillus* was the most abundant genus with seven species: *Lb. plantarum*, *Lb. paracasei*, *Lb. curvatus*, *Lb. rhamnosus*, *Lb. fructivorans*, *Lb. parabuchneri*, *Lb. brevis* found in cheese samples.

In this study, 81,1% of isolates were identified at the species and genus level reliably. It was identified that 18 isolates were unreliably identified at the genus level. *Lactobacillus paracasei* spp. were most abundant bacteria isolated from Mihaliç cheese. *Propionibacterium*, the main focus of this study, were 27,8% of the all identified isolates.

The MALDI-TOF MS analysis of the isolates allowed differentiation of 21 propionic acid bacteria at the species level. All 21 isolates identified were from the ‘classical’ group of the genus *Propionibacterium*. The three different species of dairy *propionibacteria* determined in that study were represented as a pie chart in Figure 1. The most predominant species was *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *freudenreichii* (57 %) which was reported as the main species in Swiss-type cheese (Baer & Ryba, 1992). Moreover, a study performed to determine the *Propionibacterium* species in Mihaliç cheese showed that *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *freudenreichii* was ubiquitous species (Önal Darılmaz, 2010). *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* was second highest (33%) propionic acid bacteria found in cheese samples. It has been difficult to distinguish between the subspecies in identification by conventional methods since *P. freudenreichii* subspecies *freudenreichii* and *shermanii* can be differentiated by lactose fermentation and nitrate reduction, while *shermanii* can ferment lactose and not have reductase activity for nitrate (De Freitas et al., 2015). Although molecular methods have failed up to separate *P. freudenreichii* subspecies, MALDI-TOF analysis has been successful method for characterization of intraspecific differences (subspecies, strains) (Vorob’eva et al., 2011). Because MALDI-TOF MS provides more detailed protein profile than what is signified by the 16S rRNA gene, it can detect strain-level differences among isolate samples (Seuylemezian et al., 2018). The MALDI spectra of the samples revealed that there were characteristic protein groups belong to *Propionibacterium* as marker biomolecules (Vorob’eva et al., 2011); therefore, they can be differentiated easily.

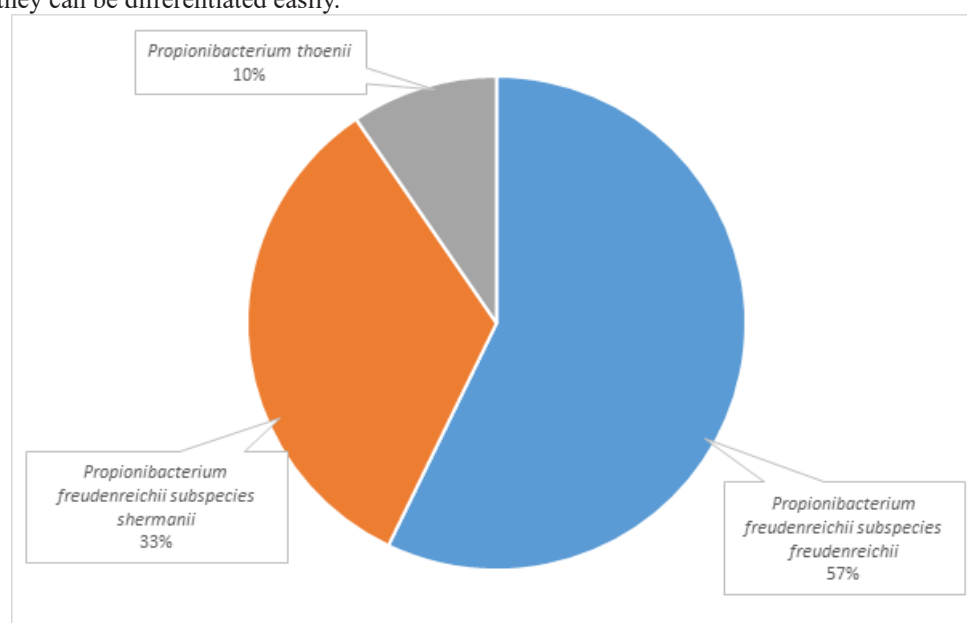


Figure 1: Diversity of *Propionibacterium* Strains Determined in Mihaliç Cheese

*Propionibacterium freudenreichii* has been considered as a must culture in Swiss-type cheese production during the ripening period and is taking attention recently because of its beneficial probiotic effects. In cheese manufacture, it has an important role since it produces a variety of flavor compounds as well as it causes lipolysis milk fat and degradation of amino acids (Thierry, Maillard, Richoux, Kerjean, & Lortal, 2005). Furthermore, the probiotic effects of microorganisms are highly strain-dependent. A study about probiotic properties of dairy *propionibacteria* studying acid tolerance, resistance to bile salts, antimicrobial activity, fermentation of carbohydrates, phenol resistance, acid production, exopolysaccharide production and antibiotic susceptibility and then indicated that 8 tested strains of *propionibacteria* had various technological and probiotic properties (Ibrahim et al., 2017). So, it is important to identify microorganisms at the strain level.

The other *Propionibacterium* detected by MALDI-TOF was *Propionibacterium thoenii* sp. which represented 10% of the all propionic acid bacteria found in Mihaliç cheese. In contrast with this study, Onal Darilmaz (2012) did not identify any *P. thoenii* in their study investigated traditional Turkish cheese. It demonstrates that especially traditional cheese from different producer may have different microbiota which directly affects the texture, flavor and quality of cheeses.

Since functional properties are peculiar to specific strains, the characterization of microorganisms at species or better strain level is essential for starter culture and cheese producers. Even though molecular identification methods are successful enough, MALDI-TOF systems have been preferred more because it is faster and less expensive. A study about the cost analysis of MALDI-TOF process revealed that it was 20-30 % cheaper than conventional identification methods. Moreover, MALDI-TOF required 5-6 min for identification of one isolate (Seng et al., 2009). It is obvious that MALDI-TOF can reduce the time, cost and workload for identification of bacterial cultures. When it is used as the first step identification method especially for slow growing and anaerobic microorganisms, it may lead to an increase in laboratory efficacy because of advantages of MALDI system such as being very quick and economical.

### **Conclusion**

Recently, there is an increasing demand for artisanal cheese for the reason that wild strains can grow in that kind of products and produce unique taste and flavor. The large diversity of microorganisms in traditionally produced cheese makes it possible to determine them having potential functional properties. In this study, it was seen that MALDI-TOF MS can be imperative method to identify microorganisms in short time and in an economic way. *Propionibacterium* species obtained in this study were examined in details to discover the specific properties, which are topic of another study. Strains with specific properties may be utilized to encounter the need for traditional fermentations or be used in the production of new functional food dairy products. Therefore, reliable identification and high discrimination of *propionibacteria* strains are significantly fundamental in food research. MALDI-TOF based identification, which is cost-effective, robust, reliable method, can allow the selection of appropriate strains for specific starter cultures for standardization and improvement of the cheese quality and safety.

## References

- Argañaraz-Martínez, E., Babet, J. D., Apella, M. C., & Perez Chaia, A. (2013). Physiological and functional characteristics of *Propionibacterium* strains of the poultry microbiota and relevance for the development of probiotic products. *Anaerobe*, 23, 27–37. <http://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2013.08.001>
- Baer, A., & Ryba, I. (1992). Serological identification of *propionibacteria* in milk and cheese samples. *International Dairy Journal*, 2(5), 299–310. [http://doi.org/10.1016/0958-6946\(92\)90034-J](http://doi.org/10.1016/0958-6946(92)90034-J)
- Britz, T. J., & Riedel, K.-H. J. (1994). *Propionibacterium* species diversity in leerdammer cheese. *International Journal of Food Microbiology*, 22(4), 257–267. [http://doi.org/10.1016/0168-1605\(94\)90177-5](http://doi.org/10.1016/0168-1605(94)90177-5)
- Chalupová, J., Raus, M., Sedlářová, M., & Šebela, M. (2014). Identification of fungal microorganisms by MALDI-TOF mass spectrometry. <http://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.11.002>
- Cummins, C. S., & Johnson, J. L. (2003). Genus I. *Propionibacterium* Orla-Jensen 1909. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* (pp. 1346–1353).
- Darilmaz, D. O., & Beyatli, Y. (2012). Acid-bile, antibiotic resistance and inhibitory properties of *propionibacteria* isolated from Turkish traditional home-made cheeses. *Anaerobe*, 18(1), 122–127. <http://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2011.10.002>
- De Freitas, R., Madec, M.-N., Chuat, V., Maillard, M.-B., Abejón Mukdsi, M. C., Falentin, H., ... Thierry, A. (2015). New insights about phenotypic heterogeneity within *Propionibacterium freudenreichii* argue against its division into subspecies. *Dairy Sci. & Technol*, 95, 465–477. <http://doi.org/10.1007/s13594-015-0229-2>
- Demirci, M., Şimşek, O., & Taşan, M. (1994). Ülkemizde Yapılan Muhtelif Tip Peynirler. Her Yönüyle Peynir. In 2. *Milli Süt ve Ürünleri Sempozyumu* (pp. 273–281). Tekirdağ: Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Fenselau, C., & Demirev, F. A. (2001). Characterization of intact microorganisms by MALDI mass spectrometry. *Mass Spectrometry Reviews*, 20(4), 157–171. <http://doi.org/10.1002/mas.10004>
- Fox, A. (2006). MINIREVIEW Mass Spectrometry for Species or Strain Identification after Culture or without Culture: Past, Present, and Future. *JOURNAL OF CLINICAL MICROBIOLOGY*, 44(8), 2677–2680. <http://doi.org/10.1128/JCM.00971-06>
- Freitas, R. de, Chuat, V., Madec, M. N., Nero, L. A., Thierry, A., Valence, F., & de Carvalho, A. F. (2015). Biodiversity of dairy *Propionibacterium* isolated from dairy farms in Minas Gerais, Brazil. *International Journal of Food Microbiology*, 203, 70–77. <http://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.03.006>
- Giraffa, G., & Neviani, E. (2001). DNA-based, culture-independent strategies for evaluating microbial communities in food-associated ecosystems. *International Journal of Food Microbiology*, 67(1–2), 19–34. [http://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00445-7](http://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00445-7)
- Hayaloglu, A. A., Ozer, B. H., & Fox, P. F. (2008). Cheeses of Turkey: 2. Varieties ripened under brine. *Dairy Science and Technology*, 88(2), 225–244. <http://doi.org/10.1051/dst:2007014>
- Ibrahim, M. K., Effat, B. A. M., Tawfik, N. F., Mehanna, N. S., & Soliman, N. R. (2017). Evaluation of probiotic potential of dairy *propionibacteria*. *Journal of Innovations in Pharmaceutical and Biological Sciences (JIPBS)*, 4(3), 34–42. Retrieved from [http://www.jipbs.com/VolumeArticles/FullTextPDF/308\\_JIPBSV4I306.pdf](http://www.jipbs.com/VolumeArticles/FullTextPDF/308_JIPBSV4I306.pdf)
- Kanak, E. K., & Yılmaz, S. Ö. (2018). Maldi-tof mass spectrometry for the identification and detection of antimicrobial activity of lactic acid bacteria isolated from local cheeses, 2061, 1–8.
- Lay, J. O. (2001). MALDI-TOF mass spectrometry of bacteria. *Mass Spectrometry Reviews*, 20(4), 172–194. <http://doi.org/10.1002/mas.10003>
- Luiz, F., Do, R., Rabah, H., Cordeiro, F., Heloisa, S., Silva, D., ... Rabah, H. (2017). Applications of Probiotic Bacteria and Dairy Foods in Health.
- Martens, J. H., Barg, H., Warren, M., & Jahn, D. (2002). Microbial production of vitamin B12. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 58(3), 275–285. <http://doi.org/10.1007/s00253-001-0902-7>
- Murray, P. R. (2010). Matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry: usefulness for taxonomy and epidemiology. *Clin Microbiol Infect*, 16, 1626–1630. <http://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2010.03364.x>
- Nacef, M., Chevalier, M., Chollet, S., & Flahaut, C. (2017). MALDI-TOF mass spectrometry for the identification of lactic acid bacteria isolated from a French cheese: The Maroilles. *International Journal of Food Microbiology*, 247, 2–8. <http://doi.org/10.1016/J.IJFOODMICRO.2016.07.005>
- Önal Darılmaz, D. (2010). *Geleneksel Türk Peynirlerinde Propiyonik Asit Bakteri Türlerinin Belirlenmesi ve Bazı Probiyotik Özelliklerinin Araştırılması*. Gazi University.
- Ozer, E. (2015). *MİHALİÇ PEYNİRİ ÜRETİMİNDE FARKLI STARTER KÜLTÜR KOMBİNASYONLARI KULLANIMI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA*. Ege Üniversitesi.
- Patrick, S., & McDowell, A. (2015). *Propionibacterium*. In *Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria* (pp. 1–29). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <http://doi.org/10.1002/9781118960608.gbm00167>
- Pavlovic, M., Huber, I., Konrad, R., & Busch, U. (2013). Application of MALDI-TOF MS for the Identification of Food Borne Bacteria. *The Open Microbiology Journal*, 7, 135–41. <http://doi.org/10.2174/1874285801307010135>
- Pillai, V. V., Prakash, G., & Lali, A. M. (2017). Growth engineering of *Propionibacterium freudenreichii shermanii* for organic acids and other value-added products formation. *Preparative Biochemistry and Biotechnology*, 10826068.2017.1381619. <http://doi.org/10.1080/10826068.2017.1381619>
- Plé, C., Richoux, R., Jardin, J., Nurdin, M., Briard-Bion, V., Parayre, S., ... Jan, G. (2015). Single-strain starter experimental cheese reveals anti-inflammatory effect of *Propionibacterium freudenreichii* CIRM BIA 129 in TNBS-colitis model. *Journal of Functional Foods*, 18, 575–585. <http://doi.org/10.1016/j.jff.2015.08.015>

- Seng, P., Drancourt, M., Gouriet, F., La Scola, B., Fournier, P., Rolain, J. M., & Raoult, D. (2009). Ongoing Revolution in Bacteriology: Routine Identification of Bacteria by Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization Time-of-Flight Mass Spectrometry. *Clinical Infectious Diseases*, 49(4), 543–551. <http://doi.org/10.1086/600885>
- Seuylemezian, A., Aronson, H. S., Tan, J., Lin, M., Schubert, W., & Vaishampayan, P. (2018). Development of a Custom MALDI-TOF MS Database for Species-Level Identification of Bacterial Isolates Collected From Spacecraft and Associated Surfaces. *Frontiers in Microbiology*, 9, 780. <http://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00780>
- Thierry, A., Maillard, M.-B., Richoux, R., Kerjean, J.-R., & Lortal, S. (2005). Propionibacterium freudenreichii strains quantitatively affect production of volatile compounds in Swiss cheese. *Lait*, 85, 57–74. <http://doi.org/10.1051/lait:2004036>
- Vorob'eva, L. I., Khasaeva, F. M., Vasilyuk, N. V., & Trenquil, E. (2011). Characterization of propionic acid bacteria using matrix-assisted laser desorption/ionization (MALDI) mass spectrometry. *Microbiology*, 80(5), 664–671. <http://doi.org/10.1134/S0026261711050183>
- Wieser, A., Schneider, L., Jung, J., & Schubert, S. (2012). MALDI-TOF MS in microbiological diagnostics-identification of microorganisms and beyond (mini review). *Appl Microbiol Biotechnol*, 93, 965–974. <http://doi.org/10.1007/s00253-011-3783-4>

## Antep Fıstığında (*Pistacia Vera* L.) Kuru Koşullarda Gübrelemenin Verim ve Kaliteye Etkileri

### The Effects of Fertilization on the Yield and Quality of Pistachio (*Pistacia vera* L.) in Dry Conditions

Korkmaz BELLİTÜRK<sup>1\*</sup>, Meryem KUZUCU<sup>2</sup>, Ahmet ÇELİK<sup>3</sup>, Mehmet Fırat BARAN<sup>4</sup>

#### Öz

Bitkiler büyüyüp gelişmek için besin maddelerine ihtiyaç duyarlar. Gereksinim duyulan besin maddelerinin büyük bir kısmını topraktan kökleri ile alırlar. Toprakta yetiştirilen ürünün ihtiyacını karşılayacak kadar besin bulunmuyorsa, gübreleme yapılmalıdır. Tarımsal üretimde fazla ve kaliteli ürün alabilmek için toprakta eksik olan besin maddeleri toprağa verilmelidir. Bitki besin maddelerinin etkili olabilmesi için ihtiyaç duyulan suyun temin edilmesi gerekmektedir. Ülkemizde Güneydoğu Anadolu Bölgesinde sulama ve gübreleme yapılmadan tarımsal üretime devam edilmektedir. Yarı kurak iklim koşullarında yer alan bölgelerimizde, tarımsal üretimde ihtiyaç duyulan su, yağmur suyundan temin edilmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde özellikle Şanlıurfa ilinde antepfıstığı, zeytin ve bağ kuru koşullarda üretimi yapılan, çok önemli, ekonomik değeri yüksek ürün çeşitlerimizdir. İlimiz antepfıstığı üreticileri genellikle sulama ve gübreleme yapmadan üretime devam etmektedirler. Böylece verim düşüklüğü yaşanmaktadır. Araştırmada iki su yılı (2014-2015) boyunca kuru üretim yapılan örnek bir antepfıstığı bahçesi seçilmiş ve ağaçların yaşı da dikkate alınarak yağmur suyundan yararlanarak, gübreleme uygulaması yapılmıştır. Sonbaharda yağmurlardan önce ortalama 1.25 kg/ağaç DAP gübresi ile birlikte 40 kg/ağaç çiftlik gübresi, ilkbaharda ise ortalama 1.50 kg/ağaç Amonyum Sülfat gübresi uygulanmıştır. İki yıllık çalışma sonucunda; geleneksel uygulamadan ortalama 12,4 kg meyve alınırken tam gübreleme konusunda ortalama 22.05kg meyve alınmıştır. Pomolojik ölçümlerde ise, 100 dane ağırlığı (g) ve çıtılma oranları (%) geleneksel ve tam gübreleme sonuçlarına göre sırasıyla, 95.2 g, % 48.6 ve 140.2 g, % 80.65 olarak saptanmıştır. Elde edilen sürgün boyları sonuçlarına göre, geleneksel uygulamalarda ortalama 15.12 cm, tam gübreleme uygulamalarında ise 29.7 cm olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre, ağaçlarda verim artışı yanında gelişim ve kalite özellikleri de farklılık göstermiştir. Bu çalışma sonucunda yarı kurak iklimlerde kuru koşullarda meyve üretimi yapan çiftçilerimiz sonbahar ve ilkbahar yağışlarından yararlanarak gübreleme programlarını belirleyerek daha fazla ürün elde edebilecekleri sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.), gübreleme, kuraklık, verim, bitki besin maddesi


#### Abstract

Plants need nutrients to growth. They take most of their nutrients from the soil by their roots. Fertilization should be done if there are insufficient nutrients in the soil for the plant to grow. Nutrients that are missing in soil should be given to soil in order to obtain high quality products in agricultural production. Water needs provided for the plant nutrients to be effective. In some regions of our country, agricultural production is continued without irrigation and fertilization. Water needed in agricultural production is provided from rain water in semi-arid climate conditions. Pistachio, olives and grapes are important high economic value varieties growing under dry conditions in Southeastern Anatolia, especially in Sanliurfa province. Pistachio producers generally produce without irrigation and fertilization in our city. Thus, yield loss occurs. In the present research, a sample of pistachio garden was selected during the two water years (2014-2015). Fertilization application has been apply by using rainfall and consideration the trees ages. Average 1.25 kg/tree DAP (di ammonium phosphate), 40 kg/tree manure were applied in Autumn and 1.50 kg/tree Ammonium Sulfate fertilizer was applied in Spring before precipitation. As a result of two years' work; average 12.4 kg fruit was taken from the traditional application and 22.05 kg fruit was taken for full fertilization applied. In pomological measurements, 100 grain weight (g) and cracking rates (%) were determined as 95.2 g, 48.6% and 140.2 g, 80.65% according to the results of conventional and full fertilization, respectively. According to the results of the obtained shoot lengths, it was determined as 15.12 cm in traditional applications and 29.7 cm in full fertilization applications. In addition to trees yield increases besides trees growth and quality characteristics also differences. As a result of this study, farmers who produce pistachio fruits taking advantage of autumn and spring rainfall, could obtain more pistachio fruits by setting fertilization programs in dry conditions in semi-arid climates..

**Keywords:** Pistachio (*Pistacia vera* L.), fertilization, drought, yield, plant nutrient matter.

<sup>1\*</sup>**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Korkmaz Bellitürk, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü-Tekirdağ  ORCID: 0004-0003-4944-3497

<sup>2</sup>Meryem Kuzucu, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Bitkisel Hayvansal Üretim Bölümü-Kilis  ORCID: 0000-0003-1424-0614

<sup>3</sup>Ahmet Çelik, Adıyaman Üniversitesi Kahta Meslek Yüksek Okulu Bitkisel Hayvansal Üretim Bölümü-Adıyaman  ORCID: 0000-0001-8958-4978

<sup>4</sup>Mehmet Fırat Baran, Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü- Siirt  ORCID: 0000-0002-7657-1227

**Atıf/Citation:** Bellitürk, K., Kuzucu, M., Çelik A., Baran, M. F. Antep Fıstığında (*Pistacia vera* L.) kuru koşullarda gübrelemenin verim ve kaliteye etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 251-259.

### **Extendend Summary**

Pistachio is defined as “green gold” in Turkey and its economic value is quite high. Turkey ranks 3rd in production on a world scale. Especially in arid and semi-arid climatic features of the agricultural production are carried out without irrigation and fertilization is carried out in Turkey. The water needed in agricultural production is met by rain water. In areas where high added value and strategically important pistachios are cultivated, at the beginning of the factors affecting the yield of pistachio without fertilizers or unconscious applications come. When the plants cannot meet the plant nutrients they need to grow and develop from the soil, they obtain from organic and inorganic fertilizers. In order to obtain a high quality and high quality product in agricultural production, nutrients that are insufficient in the soil should be given to the soil. In order to complete a productive life cycle in plants, elements known as mineral nutrients are required. Water needs to be provided for the plant nutrients to be effective. Pistachio in Southeastern Anatolia is a common and high market value plant which is produced in dry conditions. For this aim, in the study conducted in Sanliurfa province, a sample of pistachio garden was selected as dry production during two water years (2014-2015). By taking into consideration the age of the trees, rain water was used and fertilization was applied. The experiment was established using randomized designs and 4 replicates. About 27 years old trees are used in the study and a total of 48 trees were studied. Fertilization application has been apply by using rainfall and consideration the trees ages. Average 1.25 kg/tree DAP (di ammonium phosphate), 40 kg / tree manure were applied in Autumn and 1.50 kg/tree Ammonium Sulfate fertilizer was applied in Spring before precipitation. As a result of two years’ work; average 12.4 kg fruit was taken from the traditional application and 22, 05 kg fruit was taken for full fertilization applied. In addition to trees yield increases besides trees growth and quality characteristics also differences. As a result of this study, farmers who produce pistachio fruits taking advantage of autumn and spring rainfall, by setting fertilization programs, more pistachio fruits products could be obtained, in dry conditions in semi-arid climates. The study is guiding the producers in the region. Through this study, producers will be able to realize the necessity of soil analysis. Finally, the need for fertilization according to the soil analysis results was once again emphasized.



Türkiye topraklarının kireç içeriği genellikle yüksektir. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim kuşağında bulunan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde toprakların %83'nün kireç düzeyinin zengin olduğu bilinmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde antepfıstığı çoğunlukla kırmızı kahverengi taban arazilerde yetiştirilmektedir. Bu toprakların da genellikle kireç düzeyinin yüksek, organik madde bakımından düşük düzeyde olduğu bilinmektedir. Eyüpoğlu (1999), yapılan birçok çalışma sonucunda olduğu gibi; Antepfıstığı yetiştirilen toprakların yüksek kireç, alkali ve düşük organik maddeye sahip oldukları sebebiyle bu topraklarda, fosforun yararıyla sınırlandırıldığı bildirilmektedir. Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) serin kışlar ile uzun, sıcak ve kurak yaz mevsimi geçiren bölgelerde iyi bir üretim ve gelişim sağlayabilir. Yarı Kurak iklime sahip az yağış alan bölgelerde, sulama uygulamaları da verim artışı ve büyüme ve gelişmeyi teşvik etmektedir. Antepfıstığının kendine özgü fizyolojisi bakımından, sahip olduğu derine giden güçlü bir kök sistemi bulunmaktadır. Bu sebeple, kurağa dayanıklı ve her türlü toprakta yetişebilir özelliktedir. Çok çeşitli toprak özelliklerine sahip taşlı, eğimli, kayalık, hafif alkalın, tuzluluk sorunu olmayan, derin, hafif bünyeli, kireç içeriği yüksek topraklarda iyi bir büyüme ve gelişmenin yanı sıra, iyi düzeyde ürün verimi gerçekleşmektedir. Toprağın çeşitli özellikleri bakımından ayrıcalık istemeyen antepfıstığı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kayalık, taşlık, düşük besin içerikli ve kireçli her türlü topraklarda yetişebilmektedir (Ayfer ve ark., 1986). Arpacı ve Tekin (2001)'in Antepfıstığı Araştırma İstasyonu Laboratuvarında elde ettikleri toprak analiz sonuçlarına göre, Güneydoğu Anadolu Bölgesi topraklarının %63'ünün, %2'den az organik madde içerdiği belirlenmiştir. Organik madde içeriği toprakların verimliliği üzerine etkili en önemli faktördür. Organik maddeler toprağın fiziksel kimyasal ve biyolojik özelliklerine olumlu katkılar sağlayarak ürün verimini de artırmaktadır. Toprağı organik maddece zenginleştirmek ve verimliliğini artırmak amacıyla organik gübreler kullanılmaktadır. Organik gübreler toprağa organik madde kazandırarak toprağın fiziksel koşullarını iyileştirirler. Mikrobiyolojik faaliyetleri artırarak strüktür, havalanma ve su tutma kapasitesini artırır. Ayrıca besin maddelerinin yararıyla sınırlandırıldığı artırır (Güneş ve ark., 2002). Organik gübreler çoğunlukla inorganik gübrelerle desteklenmektedir. Bu kimyasal gübrelerin yararıyla sınırlandırıldığı devamı yine organik madde varlığı ile mümkündür. İnorganik gübrelemenin Antepfıstığı yetiştiriciliğinde uygulanması ve verim artışında başarı sağlayabilmek için organik ve inorganik gübrelerin birlikte uygulanması önem taşımaktadır (Özbek, 1981; Süzer ve Çulhacı, 2017). Organik maddenin birçok yararı bulunduğu gibi, bitki besin maddelerinin ve suyun toprakta tutulması ve zerreleri birbirine bağlayarak strüktür oluşmasını sağlar. Kumlu topraklarda su ve besin maddelerinin tutulmasını artıran organik madde, ağır killi topraklarda toprak yapısını düzelterek, havalanmayı iyileştirir ve toprağın tava gelmesini ve kolay işlenmesini sağlar. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki yüksek sıcaklıklar ve düşük yağış sebebiyle organik madde, sıcak ve kurak iklime sahip bu topraklarda parçalanıp ayrılmaktadır. Antepfıstığı üretimi yapan çiftçilerimizin gübre kullanımından ziyade hastalık ve zararlılarla mücadele ettikleri ve hatta gübre kullanımından çekindikleri bilinmektedir. Antepfıstığı yetiştiriciliğini geleneksel olarak sürdüren çiftçi sayısı oldukça fazladır. Bölgemizdeki antepfıstığı bahçelerine organik madde düşüklüğünden dolayı gerçekleşen verim azalmalarının önüne geçebilmek için, organik gübre uygulaması zorunlu hale gelmektedir. Uygulanacak ahır gübresi, kanatlı hayvan gübresi ve kompostun besin değerini kaybetmemiş ve iyi yanmış olması gerekmektedir. Ağaca uygulanacak gübre miktarı genellikle toprak ve bitki analiz sonuçlarının yanında, ağacın yaşına, kuru veya sulu olup olmadığına göre belirlenmelidir. Yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre; kuru koşullarda yetiştirilen 37 yaşındaki antepfıstığı ağaçlarına inorganik gübre olarak, ağaç başına 800 g azot, 600 g fosfor, 400 g potasyum ile 60 kg çiftlik gübresi uygulanmıştır (Tekin, 1992). Bunun yanı sıra yetiştirme döneminde üç defa uygulanan makro ve mikro element içerikli sıvı yaprak gübresi, verimi %50 düzeyinde artırmış ve karagöz dökümünü %38 oranında azalttığı saptanmıştır (Tekin, 1992). Tam gübreleme uygulamasının yanında bakım işlemlerinin de eksiksiz yapılması antepfıstığında verimi artıran önemli bir etkidir. Budama toprak işleme ve sulama gibi bakım işlemleri de ağacın gelişimi ve ürün veriminde artışa sebep olmaktadır. Tam gübreleme ile ağaçlarda yıllık sürgün gelişimi artmış, meyve iriliği, çıtılma oranı ve randıman da verim artışları sağlanmıştır. Aynı araştırmacı tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, topraklarda yüksek kireç içeriğinin yanında fosfor ve çinko gibi verimlilik açısından önemli bazı besin elementlerinin eksik olduğu belirlenmiştir. Yapılan toprak analizleri sonuçlarına göre; Antepfıstığı bahçelerinin ortalama %71'inde toprağın fazla miktarda kireçli olduğu belirlenmiştir (Tekin ve ark., 2001). Gübreleme uygulamalarında en önemli konulardan biri hangi gübre çeşidinin ne zaman ve nasıl verileceğini belirlemektir. Bu amaçla sağlıklı bir gübreleme programı oluşturulmalıdır. Toprak özelliklerini, sulama durumunu ve iklim şartlarını dikkate alarak karar verilmelidir. Buna göre, besin maddelerinin, topraktaki hareketlilik özelliklerine dikkat edilerek uygulama yapılmalıdır. Burada en hassas konu fosfor gübresinin uygulanmasıdır. Fosforlu gübrelerin yanı sıra potasyumlu gübrelerin de mutlaka toprak altına verilmesi ve köklere ulaştırılması gerekmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, yarı kurak iklim koşullarında, kuru bahçelerde taban gübrelemesi sonbahar yağışlarından önce, üst gübreleme ise ilkbahar yağışları sona ermeden yapılmalıdır.

Bu çalışmada, sulama ve gübreleme yapılmayan antepfıstığı bahçelerinde organik ve inorganik gübrelerin ağaçlarda gelişim ve verim üzerine olan etkilerini araştırılması amaçlanmıştır. Kuru koşullar altında geleneksel antepfıstığı yetiştiriciliğinde yağmur suyu ile beslenen ve zamanında gübrelenen ağaçlardaki gelişim karşılaştırılmıştır. Antepfıstığı ağaçlarının gelişimine organik ve inorganik gübrelerin hangisi veya hangilerinin

daha etkili olduğu araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Deneme Şanlıurfa ili Bozova İlçesinde tam verim çağındaki 27 yaşındaki Kırmızı çeşidi antepfıstığı bulunan çiftçi bahçesinde yürütülmüştür.

**Deneme alanı iklim özellikleri:** Şanlıurfa ilinde karasal iklim görülmektedir. Yaz ayları çok sıcak, kış periyodu çok soğuk geçmektedir. Yaz ile kış, gece ile gündüz arasında ısı farkı fazla olmaktadır. Nem oranı genellikle az olduğundan Türkiye'nin en sıcak ili olmasına rağmen, havalar boğucu değildir. Yıllık yağış ortalaması 450mm civarındadır. 1982-2011 yılları arasında alınan yağış verilerine göre, ortalama yağışı 344 mm'dir. Bu veriler doğrultusunda Şanlıurfa ilinin yarı kurak iklime sahip olduğu ve iklimin tarımsal üretimi sınırladığı görülmektedir.

**Toprak özellikleri:** Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü ilçede yer alan bahçe % 2 eğimli, 0-120 cm derinlikte topraklardır. Araştırma alanı toprakları kırmızı renkte ve killi tın bünyelidir. Hafif alkali, tuzlu olmayan, çok fazla kireçli, orta derecede fosfor içeren, potasyumu yüksek, organik maddece fakirdir. Çalışma alanındaki topraklar, Toprak Taksonomisinde (Soil Survey Staff, 2014) Vertisol ordosunda yer almaktadır. Türkiye'de tarım topraklarının organik madde içeriğinin düşük düzeyde olması gerek tarla tarımı ve gerekse meyvecilik alanında en büyük problemler arasında olup, organik madde içeriği < %1 olan tarım alanlarımızın toplamı % 85'den fazladır (Bellitürk ve ark., 2017; Adiloğlu ve ark., 2018).

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Table 1. Some physical properties of trial area soil

| Derinlik<br>(cm) | Bünye      |            |             | Bünye sınıfı   | Hacim<br>ağırlığı<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | Pw (%) |       |
|------------------|------------|------------|-------------|----------------|---|--------|-------|
|                  | Kum<br>(%) | Kil<br>(%) | Silt<br>(%) |                |   | TK     | SN    |
| 0 - 30           | 35.68      | 39.04      | 25.28       | Killi tın (CL) | 1.31                                      | 29.92  | 19.27 |
| 30 - 60          | 37.68      | 41.04      | 21.28       | Kil (C)        | 1.30                                      | 29.44  | 19.02 |
| 60 - 90          | 43.68      | 35.04      | 21.28       | Killi tın (CL) | 1.29                                      | 28.31  | 18.26 |
| 90-120           | 42.54      | 37.31      | 20.15       | Killi tın (CL) | 1.29                                      | 28.12  | 18.14 |

Çizelge 2. Deneme alanı topraklarının bazı kimyasal özellikleri

Table 2. Some chemical properties of trial area soil

| Derinlik<br>(cm) | Su ile doygun<br>toprakta pH | Tuz<br>dS/m | Kireç<br>(CaCO <sub>3</sub> )<br>(%) | Fosfor<br>(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )<br>(kg/da) | Potasyum<br>(K <sub>2</sub> O)<br>(kg/da) | Toplam azot<br>(N)<br>(%) | Organik<br>madde<br>(%) |
|------------------|------------------------------|-------------|--------------------------------------|---|---|---------------------------|-------------------------|
| 0 - 30           | 7.70                         | 2.85        | 30.00                                | 4.22  | 123.1                                     | 0.11                      | 2.24                    |
| 30 - 60          | 7.74                         | 3.22        | 30.40                                | 1.35  | 51.8                                      | 0.11                      | 2.18                    |
| 60 - 90          | 7.85                         | 1.24        | 29.60                                | 2.87  | 41.0                                      | 0.09                      | 1.88                    |
| 90 -120          | 7.84                         | 2.30        | 30.40                                | 2.45  | 64.8                                      | 0.07                      | 1.74                    |

**Deneme konuları:** Tesadüf parselleri deneme deseninde ve 4 tekerrürlü olarak oluşturulmuştur. Her tekerrürde 3 ağaç bulunmaktadır. Araştırmada toplam 48 ağaç üzerinde çalışılmıştır. Deneme alanında yer alan antepfıstığı bahçelerinin çoğu gübreleme ve sulama yapılmaksızın sadece bitki hastalık ve zararlıları ile mücadele yaparak üretime devam etmektedirler. Çalışmada elde edilen veriler varyans analizi (Anova) ile değerlendirilmiş olup, konular arasındaki farklılıklar LSD testi kullanılarak karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir (Açıkgöz ve ark., 1994).

**A1:** Kontrol, Gübresiz (Geleneksel Uygulama)

**A2:** Sadece Organik Gübreleme (ağaç başına 40kg/ağaç çiftlik gübresi uygulaması).

**A3:** Taban gübresi 1,25 kg/ağaç DAP, 1,50 kg/ağaç Amonyum sülfat uygulaması

**A4:** A2+A3Uygulaması

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

**Verim:** Kuru koşullarda üretim yapılan bu antep fıstığı bahçesinde, gübreleme yapılmadan üretim gerçekleştirilmektedir. Denemede yer alan 27 yaşındaki ağaçlar verilen çiftlik gübresi ve DAP taban gübresi ile Amonyum Sülfat üst gübresinin etkinliği Çizelge 3'te verilmiştir. Antep fıstığı ağaçları genetik yapısından dolayı periyodisite göstermektedir. 2014 yılı var yılı, yani tam ürün yılı iken 2015 yılı yok yılı olarak verim değerleri alınmıştır.

Çizelge 3. Antepfıstığı verimi (kg/ağaç)

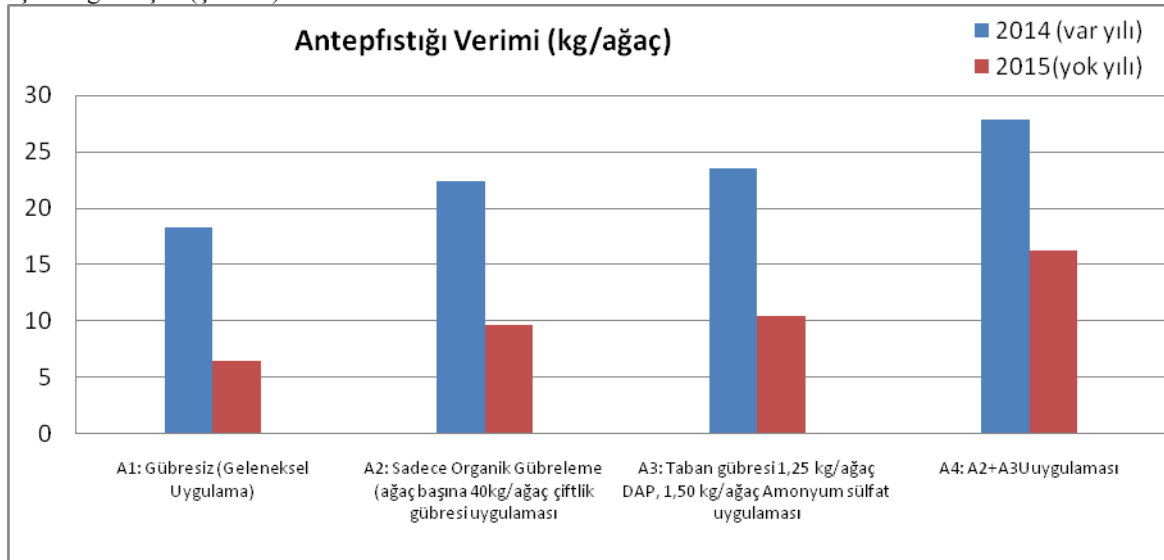
| Konular  | 2014 (var yılı) | 2015(yok yılı) | Ortalama |
|----------|-----------------|----------------|----------|
| A1       | 18.3c           | 6.5c           | 12.4     |
| A2       | 22.4b           | 9.6b           | 16       |
| A3       | 23.5b           | 10.4b          | 16.95    |
| A4       | 27.9a           | 16.2a          | 22.05    |
| Ortalama | 23.02           | 10.67          | 16.85    |

Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

Aynı grupta aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0.01 seviyesinde fark bulunmamıştır.

Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $p < 0.01$  seviyesinde önemlidir.

Verim değerlendirildiğinde istatistiki yönden 3 grup oluşmuştur. Organik gübreleme ile kimyasal gübreleme istatistiki yönden aynı grupta yer almıştır. Her iki gübre uygulamasının denendiği A4 konusu 2014 yılında ortalama 32.9kg/ağaç meyve ile en iyi sonucu vermiştir. En düşük verim değerleri 2014 yılında ortalama 18,3kg/ağaç ve 2015 yılında ortalama 6,5 kg/ağaç ile geleneksel çiftçi uygulamasından alınmıştır. Yağmur suları ile beslenen bu bahçede yağışlardan önce verilen organik ve inorganik gübreler yarıyıllık hale geçerek antepfıstığında verim artışını sağlamıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Antepfıstığı verimi (kg/ağaç)

Figure 1. Pistachio yield (kg/tree)

**Pomolojik ölçümler:** Her uygulama konusunu temsil edecek 12 ağacın meyvelerinden alınan karışımdan seçilen örnekler normal koşullar altında kapalı ortamda kurutulmuştur. Alınan örneklerden 100 adet içli meyve

alınarak tartılmış ve 100 dane ağırlığı (g) ve çıtlama oranı (%) belirlenmiştir (Çizelge4).

Çizelge 4. Pomolojik ölçümler

Table 4. Pomological measurements

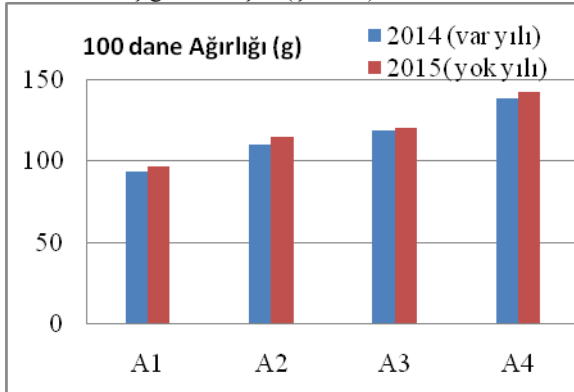
| Konular | 2014 (var yılı)       | 2015 (yok yılı) | 2014 (var yılı)   | 2015 (yok yılı) |
|---------|-----------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|         | 100 dane Ağırlığı (g) |                 | Çıtlama Oranı (%) |                 |
| A1      | 93,6d                 | 96,8d           | 44,8c             | 52,4bc          |
| A2      | 110,2c                | 114,6c          | 52bc              | 60,7b           |
| A3      | 118,9b                | 120,4b          | 59,6b             | 67,8b           |
| A4      | 137,9a                | 142,5a          | 75a               | 86,3a           |
| CV      | 5,3                   | 5,2             | 5,21              | 5,34            |

Değerler 4 tekerrür ortalamasıdır.

Aynı grupta aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0.01 seviyesinde fark bulunmamıştır.

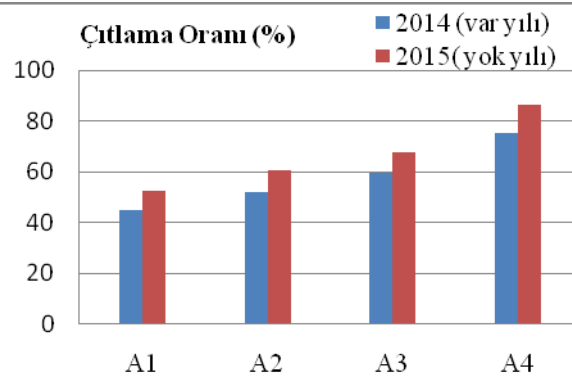
Aynı harfle gösterilmeyen değerler arasındaki farklar  $p < 0,01$  seviyesinde önemlidir.

Çalışmada 100 dane ağırlığının istatistiki değerlendirmesi yönünden 4 grup oluşmuştur. Organik ve inorganik gübreleme yapılan ağaçlarda taneler iyi gelişim göstermiştir. Çalışmanın ikinci yılı yok yılı olduğundan ağaçlar daha az meyve tutumu gerçekleştirmiş ve meyveler daha iyi gelişmiştir. Bu denemle denemenin 2015 yılında tüm antepfıstığı ağaçlarının 100 dane ağırlığı 2014 yılından daha fazla saptanmıştır (Şekil2). Çıtlama oranı değerlendirildiğinde, yine yapılan tam gübreleme geleneksel uygulamaya göre daha başarılı olmuştur. Antepfıstığında sulama ve gübreleme uygulamaları neticesinde meyve iriliğinin arttığı gözlemlenmiştir. Meyve iriliği arttıkça çıtlama oranı da artar. Ağaçların periyodisite gösterdiği yok yılında meyve iriliği arttığından çıtlaklık oranı da artış göstermiştir (Şekil 3).



Şekil 2. 100 Dane ağırlığı (g)

Figure 2. 100 Grain weight



Şekil 3. Çıtlama oranı (%)

Figure 3. Cracking ratio (%)

Çıtlaklık oranı kuraklıkla ilişkilidir. Kuraklığın yanı sıra çıtlama oranını etkileyen diğer önemli faktör ise hasat zamanı ve ağaçların beslenmesi olarak belirlenmiştir (Tekin ve ark., 2001). Antepfıstığı ne kadar iyi beslenirse ve kış yağışlarından yararlanırsa, taneleri çıtlama gösterir ve çıtlaklık oranı artar. Kurak geçen dönemlerde yağış azlığı nedeniyle antepfıstığı meyvesi istenilen boyuta ulaşamamakta ve çıtlama oranı da azalmaktadır. Bu koşullarda antepfıstığı kapalı taneler oluşturur. Çalışma alanı yarı kurak iklime sahip olduğundan kuru koşullar altında çıtlama oranı azalma göstermektedir. Antepfıstığında kaliteyi etkileyen özellikleri etkileyen en önemli sorunların boş veya fis meyve ve çıtlak olmayan meyve oluşumu olduğu yapılan araştırmalar sonucunda bildirilmiştir (Onay ve ark., 2012).

**Sürgün boyu:** Sürgün uzunluğu, ağacın dört bir yanından işaretlenen dallarda ölçülmüş, tekerrür ortalamaları alınarak hesaplanmıştır. Sürgün boyu yönünden ağacın güney ve batı yönünden seçilen dallarda uzunluk yönünden gelişim ve uzama doğu ve kuzey yönünde işaretlenmiş dallara göre daha fazla olmuştur (Çizelge 5). Sürgün gelişiminin güneşlenme süresi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ağacın güneş alan doğu ve güney yönünden elde edilen sürgünleri daha iyi gelişim gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 5. Sürgün boyu (cm)

Table 5. Shoot length (cm)

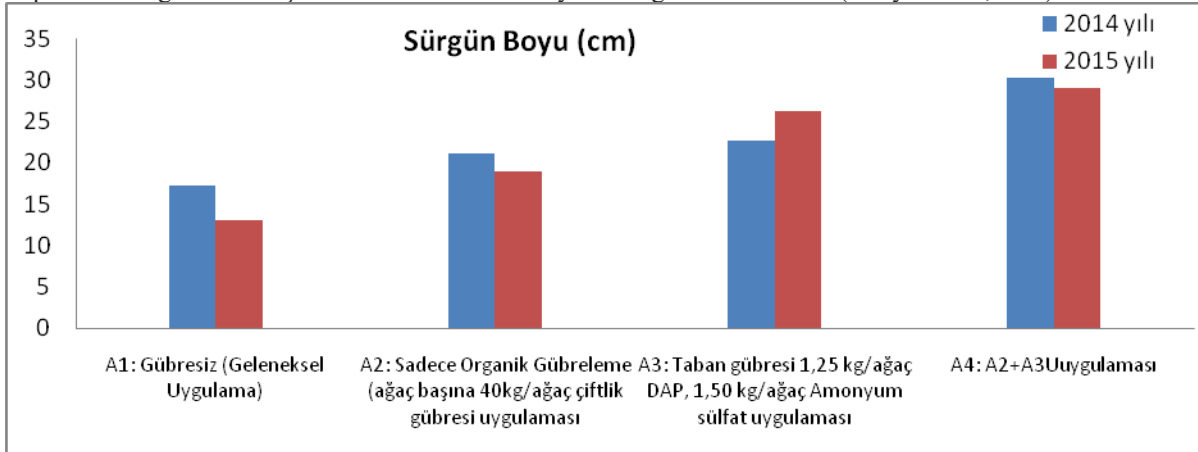
| Konu  | 2014 yılı | 2015 yılı | Ortalama |
|---|-----------|-----------|----------|
| A1: Gübresiz (Geleneksel Uygulama)  | 17,16c    | 13,08c    | 15,12    |
| A2: Sadece Organik Gübreleme (ağaç başına 40kg/ağaç çiftlik gübresi uygulaması) | 21,08b    | 18,83bc   | 19,95    |
| A3: Taban gübresi 1,25 kg/ağaç DAP, 1,50 kg/ağaç Amonyum sülfat uygulaması      | 22,62b    | 26,25ab   | 24,43    |
| A4: A2+A3Uygulaması   | 30,25a    | 29,00a    | 29,7     |

CV : % 9.4

Değerler 4 tekrerrüt ortalamasıdır.

Aynı grupta aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasında 0.01 seviyesinde fark bulunmamıştır.

Gübreleme uygulamalarının ağaçların vejetatif yönden gelişimini desteklediği saptanmıştır. Organik ve inorganik gübreler bitkilerin büyüme ve gelişimini destekleyerek tarımsal üretimde verim artışı sağlamaktadır. Bölgemizde çiftçilerimiz kuru koşullar altında, bitki besleme ve gübreleme uygulaması yapmadan üretim yapmaktadır. Antepfıstığı ağaçlarının geç büyümesinden ve geç verime yatmasından şikâyet etmektedirler. Çalışma sonucunda görüldüğü gibi hem organik hem de inorganik gübreler bitkilerin vejetatif olarak büyüme ve gelişmelerini hızlandırmaktadır (Şekil 4).Antepfıstığında sürgün gelişimi kabuk gelişimi ile eş zamanlı gerçekleşmektedir. Bu gelişim Nisan sonunda başlamakta ve Mayıs sonuna kadar devam etmektedir. Sürgün gelişimi ile verim ilişkili olup bakım ve gübreleme işlemleri ile erken verime yatma sağlanabilmektedir (Onay ve ark.,2012).



Şekil 4. Sürgün boyu (cm)

Figure 4. Shoot length (cm)

Antepfıstığı gibi bazı türlerde görülen periyodisite (bir yıl ürün verip sonraki yıl daha düşük ürün verme, düzensiz verim) bu bitkilerin gübrenenmesi ve yetiştirildiği toprakların verimlilik durumuyla ilişkili olduğu bilinmektedir. Zor koşullara karşı oldukça dayanıklı bir bitki olan antepfıstığının, sonbahar aylarında yağışlardan önce, ocak ayında, ağaç taç izdüşümüne 25 cm derine fosforlu taban gübresi ve çiftlik gübresi uygulmalıdır. Gübre miktarı belirlenirken ağacın yaşı da göz önüne alınarak ağaç başına 1-3kg arasında TSP veya DAP gübrelerinden birisi uygulanabilir. Üst gübre olarak toprakların yüksek alkali oldukları dikkate alınmalı ve amonyum sülfat gibi azotlu asit karakterli gübreler kullanılmalıdır.

Amonyum sülfat gübresi, şubat ayında ağacın taç izdüşümüne verilmeli ve toprağa iyice karıştırılmalıdır. Suda eriyebilen bir gübre olduğundan ilkbahar yağışlarından yararlanmak ve gübrenin yararlı hale geçmesini sağlamak amacıyla uygulama bu şekilde gerçekleştirilmektedir.

### Sonuç ve Öneriler

Çiftçilerimiz, masrafları ve geleneksel uygulamalara olan bağlılıkları nedeniyle genellikle gübre kullanmaktan kaçınmamaktadırlar. Bölgemizde ihtiyaç duyulan miktarda, zamanında ve tekniğine uygun olarak yapılan

gübreleme uygulamaları, Antepfıstığı ağaçlarında büyüme ve gelişmeye büyük oranda katkı sağlamakta ve dolayısıyla verimi artırarak periyodisitenin(bir yıl ürün verip sonraki yıl vermeme, düzensiz verim) ürün verimine olan zararlı etkilerini azaltmaktadır. Meyve iriliğinin artması dolayısıyla verimde artış sağlanmakta ve önemli bir kalite özelliği olan çıtlaklık oranını artırmaktadır. Çıtlama oranının yüksek olması kaliteyi artırarak, üreticilerimize pazarda getiri sağlamaktadır. Gübreleme uygulamasında bölgede görülen hataların en önemlileri, makro element gübrelerin derine verilmediği, organik gübrelerde çiftlik gübresinin toprak yüzeyine serpilip öylece bırakıldığı ve bu gübrelerin toprağa karıştırılmadığı belirlenmiştir. Uygulamaların zamanında, uygun dozda ve uygun şekilde gerçekleştirilmesi ağaçların gelişimi ve verimde önemli faydalar sağlayacaktır.

Bu çalışma sonucunda zamanında ve doğru şekilde uygulanan gübrenin antepfıstığında verim artışı sağlayacağı sonucuna varılmıştır. İncelenen özellikler yönünden en iyi sonucu A4 uygulaması vermiştir. Bunun yanı sıra ekonomik olması açısından köylerinden ve kendi hayvanlarından temin edecekleri organik gübreler ile çiftçilerimiz geleneksel üretimden daha fazla ürün elde edebilecekleri sonucuna varılmıştır.

### **Bilgilendirme**

Bu çalışma “International Agricultural Science Congress, 09-12 May 2018 Van/Turkey” isimli kongrede poster olarak sunulmuş olup, basılmamıştır.

## Kaynaklar/References

- Açıkgöz, N., Akkaş, M.E., Moghaddam, A.F., Özcan, K.(1994). A Database Based Turkish Statistical Analyses Programme For PC: TARİST. Field Crop Congress, 25-29 April Plant Breeding Section, İzmir, 2:264-267.
- Adiloğlu, A., Bellitürk, K., Adiloğlu, S., Solmaz, Y.(2018). The Effect of Increasing Leonardit Applications on Dry Matter Yield and Some Nutrient Elements Contents of Rye (*Secalecereale* L.) Plant. Eurasian Journal of Forest Science, 6 (1): 44-51.
- Arpacı, S.,Tekin H. (2001). Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Antepfıstığı Yetiştiriciliği Kitabı,syf. 44.
- Ayfer, M., Köksal, A.İ., Çelik, M., Kaynak, L., Gülsen, Y. (1986). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Meyvecilik Potansiyelinin Geliştirilmesi. GAP Tarımsal Kalkınma Sempozyumu Bildirileri, 18-21 Kasım, Ankara, 189-210.
- Bellitürk, K., Hınısli, N., Adiloglu, A.(2017). The Effect of Vermicompost, Sheep Manure, and Cow Manure on Nutrition Content of Curly Lettuce (*Lactuca sativa* var.). Fresenius Environmental Bulletin, 26 (1a): 1116-1120, Germany.
- Eyüpoğlu, F.(1999). Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No:220. Teknik Yayın No: T-67 36.
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A.(2002). Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1526. Ankara.
- Onay, A.,Tilkat, E.,Ersalı, Y.,Tilkat, E.A., Süzer, V.(2012). Antepfıstığının (*Pistacia vera* L.) Morfolojik ve Biyolojik Özellikleri ile Verimini Etkileyen Faktörler. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi. Cilt 2, Sayı 1.p:116-131.
- Özbek, N.(1981). Meyve Ağaçlarının Gübrelenmesi. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Soil Survey Staff, (2014). Keys to Soil Taxonomy, 12<sup>th</sup> ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Süzer, S., Çulhacı, E.(2017). Farklı organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin kışlık ekmeçlik buğday tane verimi ve bazı verim unsurları üzerine etkileri. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 5(2), 87-92.
- Tekin, H.(1992). Gaziantep Yöresinde Topraktan ve Yapraktan Farklı Gübre Uygulamalarının Antepfıstığının Yaprak Bileşimi, Gelişme, Verim ve Ürün Kalitesine Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kod. No: 182, Adana
- Tekin, H., Arpacı, S., Atlı, S., Açar, İ., Yaman, A., Yükçeken, Y., Karadağ, S. (2001). Antepfıstığı Yetiştiriciliği. Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 13, 132 s. Gaziantep

## Kuzeybatı Anadolu'daki Bazı Zeytin (*Olea europaea* L.) Bahçelerinin Ağır Metal ve Doğal Radyonüklit İçerikleri

Natural Radionuclides and Heavy Metal Contents in the Olive (*Olea europaea* L.) Groves of Northwestern Anatolia

Bihter ÇOLAK ESETLİLİ<sup>1</sup>, Tülin PEKCAN<sup>2</sup>, Erol AYDOĞDU<sup>2</sup>, Sevim TURAN<sup>2</sup>, Dilek ANAÇ<sup>1</sup>

### Öz

Bu çalışmada, Aliğa'dan Ezine'ye uzanan karayolu çevresinde zeytin yetiştirilen alanların ağır metal (Cd, Pb, Ni, Cr, Al) ve doğal radyonüklit (<sup>238</sup>U, <sup>232</sup>Th, <sup>40</sup>K) içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aliğa, Soma, Ayvalık, Edremit ve Ezine'den alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları değerlendirildiğinde, genelde ağır metal miktarlarının toprağın yüzey altında daha fazla bulunduğu ve incelenen ağır metallere sadece toplam Ni miktarının Bergama hariç diğer lokasyonlarda 11-69 mg/kg arasında değiştiği ve referans değer (30 mg/kg) üzerinde ölçüldüğü bulunmuştur. Aliğa'dan alınan toprak örneklerinde en yüksek toplam Pb, Cr ve Cd içerikleri sırasıyla 44.59 mg/kg, 60 mg/kg ve 0.81 mg/kg olarak bulunmuştur. Bulunan bu değerlerin birçok araştırmacı tarafından belirtilen kritik değerlere (50, 100 and 1 mg/kg) yakın olduğu görülmektedir. Topraklarda ölçülen maksimum doğal radyoaktivite düzeyleri ise <sup>226</sup>Ra (37 Bq/kg), <sup>232</sup>Th (45 Bq/kg) ve <sup>40</sup>K (410 Bq/kg) bildirilen değerlerin (<sup>226</sup>Ra:35 Bq/kg, <sup>232</sup>Th:30 Bq/kg ve <sup>40</sup>K:400 Bq/kg) üzerinde bulunmuştur. Zeytin yapraklarında yapılan analizler sonucunda, ağır metal toksitesi gözlenmediği sadece Cr'un (0.19-0.99 mg/kg) bildirilen üst sınırın (0.60 mg/kg) biraz üzerinde bulunduğu görülmüştür. Yüksek kontaminasyon potansiyeline sahip bu riskli bölgelerin, çok geç olmadan periyodik olarak çalışılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Zeytin, *Olea europaea* L., ağır metal, radyonüklit, kirlilik

### Abstract

The aim of this study is to examine the content of heavy metal (Cd, Pb, Ni, Cr, Al) and the natural radionuclide (<sup>238</sup>U, <sup>232</sup>Th, <sup>40</sup>K) content of the olive groves around the highway from Aliğa to Ezine. In general, findings show that total heavy metal contents are more in the subsurface soils. In this regard, total Ni contents of the soils changed between 11-69 mg/kg. It is considered the only threatening heavy metal which exceeded 30 mg/kg critical level especially in the soils of the olive groves in Aliğa Soma, Ayvalık, Edremit and Ezine. Bergama region differed in this regard. The highest of total Pb, Cr and Cd contents in the soils of Aliğa region were found 44.59 mg/kg, 60 mg/kg and 0.81 mg/kg, respectively. These findings are found very close to the reference limit values (50, 100 and 1 mg/kg) reported by different scientists. Natural radioactivities of <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th and <sup>40</sup>K in the soils were also measured and found 37.45 and 410 Bq/kg respectively which were slightly above the cited limit values (<sup>226</sup>Ra:35 Bq/kg, <sup>232</sup>Th:30 Bq/kg ve <sup>40</sup>K:400 Bq/kg). Results in relation to olive leaves indicated that trees were not threatened by the heavy metals in the soils, only in some cases Cr (0.19-0.99 mg/kg) was found over the limit value (0.60 mg/kg). It could be concluded that this risky region with high contamination potential should be studied periodically before it is too late..


**Keywords:** Olive, *Olea europaea* L., heavy metal, natural radionuclide, pollution

<sup>1</sup>\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Bihter Çolak Esetlili, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir. E-mail: bihter.colak@ege.edu.tr  OrcID: 0000-0001-5707-2011

<sup>2</sup>Tülin Pekcan, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir  OrcID: 0000-0002-5534-2548

<sup>3</sup>Erol Aydoğdu, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir  OrcID: 0000-0001-8682-4227

<sup>4</sup>Sevim Turan, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, İzmir  OrcID: 0000-0003-4266-7420

<sup>5</sup>Dilek Anaç, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, İzmir  OrcID: 0000-0003-1211-9642

**Atf/Citation:** Çolak Esetlili, B., Pekcan, T., Aydoğdu, E., Turan, S. Kuzeybatı Anadolu'daki bazı zeytin (*Olea europaea* L.) bahçelerinin ağır metal ve doğal radyonüklit içerikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 260-269.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2019



### **Extendend Summary**

In the north west regions of Anatolia, especially in the surroundings of the settlement areas, urbanization and industrialization are increasing day by day. Petroleum refineries, steel industry and coal mines are very common. In this region, olive plantations and olive growing are wide spread as well. In this regard, heavy metal pollution is naturally inevitable. In fact, environmental pollution is a global issue. Nowadays, olive consumption either as an oil or for table is increasing and is a preferred oil due to its significant effects on human health. Therefore with the objective of examining this above specified significant region, soils and olive trees especially the plantations from Aliğa to Ezine highway were studied for their heavy metals (Cd, Pb, Ni, Cr, Al) and radionuclides ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ).

The aim of this study is to examine the north west part of Turkey (Anatolia), especially the olive plantations from Aliğa to Ezine highway for their heavy metals (Cd, Pb, Ni, Cr, Al) and radionuclides ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ). In general, findings showed that total heavy metal contents were more in the subsurface soils. In this regard, total Ni contents of the soils changed between 11-69 mg/kg. It is considered the only threatening heavy metal which exceeded 30 mg/kg critical level especially in the soils of the olive plantations in Aliğa Soma, Ayvalık, Edremit and Ezine. Bergama region differed in this regard. Total Pb, Cr and Cd contents in the soils respectively ranged from 15.20 to 44.59 mg/kg, 59 to 60 mg/kg and 0.88 and 0.81 mg/kg. These findings are very close to the reference limit values (50; 100 and 1 mg/kg) reported by different scientists. According to the results from the analyses of soil and plant samples taken from olive gardens in Northwest Anatolia, which are under the influence of industrialization and population intensity, anthropogenic pollution reveals itself through the Ni element, while it is interesting that Pb, Cr and Cd elements are found close to the limit values. Especially in the soil and leaf samples taken from Aliğa and Some, the effect of pollution is seen. With these reasons, based on this study that is planned as a model, it is determined that it must be repeated every 3-4 years in order to provide monitoring through a regional study at a larger scale with groupings according to olive type and age. Therefore, it is suggested to study this risky region with high contamination potential periodically before it is too late.

Zeytin, Kuzey Batı Anadolu'da yoğun bir yayılım alanı göstermektedir. Bu bölgenin hızlı bir kentleşme ve sanayileşme etkisinde kaldığı bilinmektedir. Endüstri ve madencilik aktivitelerinin her geçen gün artması, atık suyla yapılan sulamaların ve arıtma çamuru uygulamalarının yaygınlaşması, çevrede ağır metal kirliliği oluşturmaktadır. Bu durum yalnızca Türkiye'de değil, global bir problem olarak karşımıza çıkmakta ve çevreyi kirleten kimyasallar, insanların ve hayvanların besin zincirine de katılmaktadır. Özellikle ağır metallerin toprakta birikerek toprak verimliliği ve ekosistem fonksiyonları üzerine önemli olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir (Durak, 2005; Köseoğlu, 2007). Topraklardaki ağır metaller, bitkilerin hem yeşil aksamında hem de köklerinde birikebilmektedir (Başçı, 2009).

Türkiye'de çok geniş bir alanda yetiştirilen zeytin yetiştirilmektedir. Üretimin, % 53'ü Ege Bölgesinde, % 18'i Marmara Bölgesinde, % 23'ü Akdeniz Bölgesinde, % 6'sı Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ve % 0,2'si de Karadeniz Bölgesinde gerçekleştirilmektedir. Ege Bölgesinde yapılan üretimin % 55'i yağlık olarak değerlendirilmektedir. Ülkemizde tüketim genelde zeytinyağı ağırlıklı olduğu için yağlık zeytin üretimi daha fazla olmaktadır. Türkiye'de zeytinin var-yok yılları ortalamasına göre 150 bin ton zeytinyağı üretilmektedir. Bu miktar ile Türkiye, dünya zeytinyağı üretiminde İspanya, İtalya, Yunanistan ve Tunus'tan sonra beşinci sırada yer almakta ve dünya üretiminin yaklaşık %5'ini, ihracatının ise %10'nunu sağlamaktadır. Son 5 yılın zeytinyağı üretim ortalaması yaklaşık 170 bin ton ve sofralık zeytin üretim ortalaması ise 527 bin ton olarak belirlenmiştir (Anonim, 2016).

Son yıllarda tüm dünyada sağlıklı ve dengeli beslenme alışkanlıklarına olan ilginin artması ile zeytin ve zeytinyağı tüketiminin de arttığı görülmektedir. Üretici ülkeler için ekonomik ve sosyal açıdan önemli ürünlerden biri olan zeytin ve zeytinyağı aynı zamanda Akdeniz'i simgeleyen bir kültürün de parçasıdır.

Bu nedenle çalışmamızda, kentleşme ve sanayileşmenin sonucu olarak ortaya çıkan farklı kirletici materyallerin, zeytin gelişimi ve fizyolojisi üzerine etkisinin ve etki mekanizmalarının araştırılması amaçlanmıştır. Kuzeybatı Anadolu'da aynı çeşit ve yaştaki zeytin plantasyonlarında, ağır metal (Cd, Pb, Ni, Cr, Al) ve doğal radyonüklit ( $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) içerikleri ölçülerek olası kirleticilerin zeytin gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı, Türkiye'nin batısında yer alan Aliağa, Bergama, Soma, Ayvalık, Edremit ve Ezine çevresindeki endüstriyel kirletici etkilerinin görülebileceği beklenen arazileri kapsamaktadır. Bu bölgede, ağırlıklı olarak petrol rafinerileri, çelik sanayi ve kömür ocakları olmak üzere küçük ve orta ölçekli faaliyet gösteren pek çok işletme bulunmaktadır. Olası kirliliğin belirlenebilmesi için, Aliağa Ezine arasındaki yol güzergâhı ile yaş (verim çağında) ve çeşit (Gemlik) dikkate alınarak, 30 farklı zeytin plantasyonundan yaprak ve toprak örnekleri alınmıştır. Yaprak örnekleme, zeytin hasadından sonra ağacı temsil eden en gelişmiş yapraklar alınarak yapılmıştır. Toprak örnekleri ise iki farklı derinlikten (0-30 cm, 30-60 cm) alınmıştır.

Laboratuvara getirilen bitki örnekleri yıkandıktan sonra etüvde (60-65 °C), son iki tartım eşit oluncaya dek kurutulmuştur. Bu örneklerden 5 gr tartılarak 500 °C'lik kül fırınında yakılmıştır. Kül üzerine 1:1'lik HCl çözeltisi ilave edilerek hazırlanan örneklerin ağır metal (Cd, Pb, Ni, Cr ve Al) içerikleri, ICP-OES ile belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2010; Ergün vd., 2012).

Toprakların pH (1:2.5, toprak/su), kireç (Scheibler kalsimetresi), organik madde (Walkley-Black), ve bünye (hidrometre yöntemi) tayinleri standart yöntemlere göre yapılmıştır (Jackson, 1962; Bouyoucos, 1962; Hızalan ve Ünal, 1966). DTPA (Diethylenetriaminopentaacetic asit) yöntemine göre çalkalanıp süzülerek hazırlanan toprakların alınabilir ağır metal içerikleri (Cd, Pb, Ni, Cr ve Al), ICP-OES ile belirlenmiştir (Lindsay and Norvell, 1978). Toplam ağır metal içerikleri ise karışım asidi ile mikrodalga da hazırlandıktan sonra ICP-OES ile saptanmıştır.

Toprak ve bitki örneklerinde, NaI (Tl) sintilasyon gama spektroskopisi sistemi kullanılarak  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  ve  $^{40}\text{K}$  içerikleri belirlenmiştir. Örnekler, laboratuvara getirildikten sonra öğütülmüş ve tüm örnekler aynı forma getirilmiştir. 100 gr ağırlığında 57 mm çapında ve 44 mm yüksekliğindeki plastik kaplara tartılmıştır. Örneklerin zamansal dengeye gelmesi amacıyla en az 30 gün bekletildikten sonra 10.000 sn sayım süresince gama sayımları yapılmış ve net sayım değerleri belirlenmiştir (Yaprak, 1995).

**Transfer faktörü;** Toprakta bitkiler tarafından ağır metallerin alınması ve bitki dokularında birikim oranının belirlenmesinde kullanılan indeks "transfer faktörü" olarak ifade edilmektedir. Bitki tarafından absorplandığı belirlenen metal miktarının toprak içindeki toplam metal miktarına oranlanması ile hesaplanmaktadır. Hesaplanan transfer faktörü 1 ve üzerinde bir değer ise bitkinin yüksek absorpsiyon kapasitesine sahip olduğu, fitoremediasyon

ve fitoekstraksiyon amaçlı kullanılabileceğini göstermektedir. Transfer faktörünün 1'in altında bulunması ise bitkinin ağır metal alınımının zayıf olduğu ve tüketiminde bir sakınca olmadığını düşündürmektedir (Rangnekar ve ark., 2013). İstatistiksel Analiz; Toprak ve bitki örneklerine ilişkin analizler sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesi için veri setlerine "normallik testleri" uygulanmıştır. Bu testler sonucunda verilerin normal dağılıma sahip olmadığı ve bu nedenle "Spearman" yöntemi kullanılarak istatistiksel ilişkiler ortaya konulmuştur. Değişkenler arasındaki korelasyon katsayısını bulmak için SPSS yazılımı kullanılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Batı Anadolu, Türkiye'nin kara ve demiryolu ağı ile kaplı, endüstriyel faaliyetlerin çok yoğun olduğu önemli bölgelerinden biridir. Bu amaçla çalışmamızda, bazı ağır metallerin ve doğal radyonüklitlerin, bu bölge için en önemli tarımsal ürünlerden biri olan zeytin ağaçlarında birikim düzeyleri araştırılmıştır.

Çalışma alanından alınan yüzey toprak örneklerinin (0-30 cm) pH'ları 6.10-8.20, yüzey altı örneklerin (30-60 cm) ise 6.25-8.40 aralığında saptanmış yani hafif asit ile orta alkalın arasında değişen reaksiyon göstermişlerdir. Yüzey toprak örneklerinin kireç (%) içerikleri 1.16-23.15, yüzey altı örneklerin ise 1.16-26.23 olarak bulunmuştur. Organik madde (%) yüzeyde 1.20-4.09, yüzey altı örneklerinde ise 1.05-3.36 arasında değişmiş, bölge topraklarının organik maddece fakir ve orta sınıfına girdiği belirlenmiştir. (Çizelge 1) (Aydeniz, 1985).

Çizelge 1. Yüzey ve yüzeyaltı toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Table 1. Physical and chemical characteristics of the surface and subsurface soils |               |            |            |           |
|--|---------------|------------|------------|-----------|
|  | Derinlik (cm) | pH         | Kireç (%)  | O.M (%)   |
| Soma   | 0-30          | 6.10-8.20- | 1.54-23.15 | 1.20-4.09 |
|  | 30-60         | 6.50-8.40  | 1.16-26.23 | 1.05-3.36 |
| Aliğa  | 0-30          | 7.40-7.90  | 2.31-20.06 | 2.45-3.18 |
|  | 30-60         | 7.40-7.85  | 2.31-19.29 | 2.10-3.45 |
| Bergama  | 0-30          | 7.50-8.00  | 1.54-1.93  | 2.02-2.60 |
|  | 30-60         | 7.12-7.70  | 1.53-2.03  | 2.23-2.59 |
| Ayvalık  | 0-30          | 7.50-7.90  | 4.63-17.36 | 2.72-3.07 |
|  | 30-60         | 7.75-7.90  | 6.56-16.20 | 2.18-2.81 |
| Edremit  | 0-30          | 6.10-7.70  | 1.16-17.75 | 2.62-2.91 |
|  | 30-60         | 6.25-7.65  | 1.54-16.59 | 2.25-2.81 |
| Ezine  | 0-30          | 7.23-7.62  | 1.16-6.04  | 1.78-3.32 |
|  | 30-60         | 7.40-7.55  | 1.54-6.20  | 1.82-3.30 |
|  | Min.          | 6.10       | 1.16       | 1.05      |
|  | Mak.          | 8.40       | 26.23      | 4.09      |
|  | Ort.          | 7.45       | 6.13       | 2.69      |

Çalışma alanından alınan toprakların alınabilir ağır metal içerikleri Çizelge 2' de, toplam ağır metal içeriklerinin dağılımı ise Çizelge 3'te verilmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarının farklı araştırmacılar tarafından bildirilen değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir. Türkiye Toprak Kirliliği Yönetmeliği (2005) sınır değerlerine göre sonuçlarımız değerlendirildiğinde ise sadece toplam Ni derişimlerinin Aliğa, Soma, Ayvalık, Edremit ve Ezine'de sınır değeri olan 30 mg/kg'ın üzerinde olduğu görülmektedir (Anonim, 2005) (Şekil 4). Toprakta Ni'in sınır değerlerin üzerinde bulunması, zeytinde kök, sürgün ve yaprakta gelişmenin gerilemesine (Seregin ve Kozhevnikova, 2006) ve verim kayıplarına (Molas, 1997; Gerendas ve ark., 1999) neden olduğu bilinmektedir. Ölçümleri yapılan diğer elementler açısından örnekler incelendiğinde, sınır değeri aşan bir bulguya rastlanılmamıştır (Çizelge 3). Ancak çalışmada, Aliğa'dan alınan toprak örneklerinin diğer alanlara göre daha yüksek oranda metal içeriğine sahip olması, bu bölgedeki yoğun sanayi tesislerinin varlığı ile ilişkilendirilmektedir. Kartal ve ark. (1993), sanayi tesislerinin yoğun olduğu alanlarda yetişen bitkilerde Pb, Cd ve Zn kirliliği tespit etmişlerdir. Ünal vd. (2011), İzmir'deki sanayi bölgelerinin çevresindeki zeytin bahçelerinden aldıkları örneklerde, Cr, Cu, Pb ve Zn kirliliği belirlemiştir.

Çizelge 2. Yüzey ve yüzeyaltı toprak örneklerinin alınabilir ağır metal içerikleri (mg/kg kuru ağırlık)

| Table 2. Available (plant extractable) heavy metals in the surface and subsurface soils (mg/kg), dry matter) |       |           |         |           |           |           |
|--|-------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|
|  | cm    | Cd        | Cr      | Al        | Ni        | Pb        |
| Soma   | 0-30  | 0.01-0.03 | iz-0.22 | 0.07-1.20 | 0.04-0.28 | 0.17-0.63 |
|  | 30-60 | 0.01-0.05 | iz-0.15 | 0.08-0.54 | 0.03-0.28 | 0.14-0.62 |
| Aliğa  | 0-30  | 0.01-0.16 | iz-0.02 | 0.03-0.55 | 0.19-0.50 | 0.25-5.88 |
|  | 30-60 | 0.02-0.15 | iz-0.03 | 0.02-0.60 | 0.16-0.54 | 0.20-5.77 |
| Bergama  | 0-30  | 0.01-0.02 |         | 0.08-0.16 | 0.03-0.15 | 0.20-0.30 |
|  | 30-60 | 0.01-0.03 | iz      | 0.09-0.19 | 0.03-0.18 | 0.20-0.35 |
| Ayvalık  | 0-30  | 0.01-0.02 |         | 0.13-0.16 | 0.18-0.20 | 0.25-0.70 |
|  | 30-60 | 0.01-0.03 | iz      | 0.09-0.11 | 0.19-0.29 | 0.60-0.75 |
| Edremit  | 0-30  | 0.01-0.04 | iz-0.20 | 0.06-1.82 | 0.08-0.85 | 0.11-2.28 |
|  | 30-60 | 0.01-0.04 | iz-0.15 | 0.08-1.78 | 0.11-0.94 | 0.16-2.27 |
| Ezine  | 0-30  | 0.03-0.06 |         | 0.12-0.57 | 0.29-0.88 | 0.19-0.98 |
|  | 30-60 | 0.02-0.06 | iz      | 0.12-0.67 | 0.34-0.67 | 0.22-0.95 |
| Min.   |       | 0.01      | iz      | 0.02      | 0.03      | 0.11      |
| Mak.   |       | 0.16      | 0.22    | 1.82      | 0.94      | 5.88      |
| Ort.   |       | 0.03      | 0.02    | 0.38      | 0.28      | 0.78      |
| TKKY (2005)  |       | 1         | 100     | --        | 30        | 50        |

Çizelge 3. Yüzey ve yüzeyaltı toprak örneklerinin toplam ağır metal içerikleri (mg/kg kuru ağırlık)

| Table 3. Total heavy metals in the surface and subsurface soils (mg/kg), dry matter) |       |           |       |           |       |            |
|--|-------|-----------|-------|-----------|-------|------------|
|  | cm    | Cd        | Cr    | Al        | Ni    | Pb         |
| Soma   | 0-30  | 0.20-0.88 | 21-55 | 3800-6021 | 23-45 | 4.68-15.20 |
|  | 30-60 | 0.18-0.62 | 18-59 | 4229-5950 | 18-47 | 4.63-12.20 |
| Aliğa  | 0-30  | 0.32-0.80 | 26-60 | 4291-6201 | 15-69 | 3.20-44.30 |
|  | 30-60 | 0.26-0.81 | 19-58 | 4472-6300 | 14-66 | 2.95-44.59 |
| Bergama  | 0-30  | 0.18-0.24 | 18-31 | 3689-5433 | 17-18 | 8.10-9.22  |
|  | 30-60 | 0.18-0.23 | 17-30 | 4006-5540 | 16-18 | 7.89-8.86  |
| Ayvalık  | 0-30  | 0.20-0.29 | 35-39 | 5278-5352 | 39-51 | 8.14-12.10 |
|  | 30-60 | 0.21-0.27 | 33-39 | 5355-5547 | 39-52 | 8.17-12.12 |
| Edremit  | 0-30  | 0.30-0.38 | 16-53 | 6010-6287 | 12-43 | 4.65-13.36 |
|  | 30-60 | 0.30-0.39 | 12-54 | 6041-6320 | 12-46 | 3.96-13.65 |
| Ezine  | 0-30  | 0.25-0.39 | 23-45 | 5025-6500 | 12-42 | 3.28-6.92  |
|  | 30-60 | 0.20-0.38 | 22-41 | 4850-6395 | 11-40 | 3.25-6.46  |
| Min.   |       | 0.18      | 12    | 3689      | 11    | 2.95       |
| Mak.   |       | 0.88      | 60    | 6500      | 69    | 44.59      |
| Ort.   |       | 0.33      | 36    | 5255      | 31    | 10.55      |
| TKKY (2005)  |       | 1         | 100   | --        | 30    | 50         |

Çalışma alanından alınan toprakların ölçülen  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  ve  $^{40}\text{K}$  a ait radyoaktivite konsantrasyon değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Dünya ortalama değerleri (UNSCEAR, 2000) dikkate alındığında,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  ve  $^{40}\text{K}$  bulgularının genellikle bildirilen değerlerin altında olduğu görülmektedir. Ancak özellikle Aliğa ve Edremit'teki zeytin bahçelerinden alınan toprak örneklerinin  $^{226}\text{Ra}$  ve  $^{232}\text{Th}$  içeriklerinin yüksek bulunmasının jeolojik yapı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

**Çizelge 4. Toprak örneklerinin doğal radyonüklit içerikleri (Bq/kg, kuru ağırlık)**  
**Table 4. Natural radionuclides in the soils (Bq/kg, dry matter)**

|                 | <sup>226</sup> Ra | <sup>232</sup> Th | <sup>40</sup> K |
|-----------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| Soma            | 14-29             | 17-26             | 152-263         |
| Aliağa          | 13-37             | 17-45             | 130-410         |
| Bergama         | 17-22             | 19-36             | 208-372         |
| Ayvalık         | 18-22             | 23-30             | 310-400         |
| Edremit         | 19-32             | 23-45             | 249-335         |
| Ezine           | 10-22             | 14-26             | 176-262         |
| Min.            | 10                | 14                | 130             |
| Mak.            | 37                | 45                | 410             |
| Ort.            | 20                | 24                | 239             |
| *UNSCEAR (2000) | 35                | 30                | 400             |

\*: ortalama referans değerleri

Zeytin yetiştiriciliği yapılan tarım alanlarından alınan yüzey üstü (0-30 cm) toprak fiziksel özellikleri ile alınabilir ve toplam ağır metal içerikleri arasındaki ilişkiler Çizelge 5’de görülmektedir. Toprakların pH değerleri, organik madde ve CaCO<sub>3</sub> ile pozitif korelasyon göstermiştir. Toprakların CaCO<sub>3</sub> içerikleri ile alınabilir ve toplam Pb arasında pozitif, <sup>40</sup>K ve <sup>226</sup>Ra arasında negatif korelasyon saptanmıştır. Metal elementlerinin toplam ve alınabilir konsantrasyonları arasında da pozitif ve negatif ilişkiler bulunmuştur. Alınabilir Al, alınabilir ve toplam Pb negatif, toplam Al ile pozitif, alınabilir Cd, alınabilir Ni ve Pb ile toplam Cd pozitif korelasyon göstermiştir. Alınabilir Pb ile toplam Pb, toplam Al ile toplam Cd, <sup>40</sup>K ile <sup>226</sup>Ra ve <sup>232</sup>Th arasında pozitif ilişki görülmektedir.

**Çizelge 5. Yüzey üstü (0-30 cm) toprak örneklerinin bazı fiziksel özellikleri ile alınabilir ve toplam ağır metal içerikleri arasındaki ilişkiler**

**Table 5. Relationships between total and available (plant extractable) heavy metals of the surface soil samples and their physical properties (0-30 cm)**

|                   | pH    | CaCO <sub>3</sub> | OM     | Al      | Cd     | Cr    | Ni    | Pb     | tAl   | tCd   | tCr    | tNi   | tPb   | <sup>40</sup> K | <sup>226</sup> Ra | <sup>232</sup> Th |
|-------------------|-------|-------------------|--------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------------|-------------------|-------------------|
| pH                | 1,000 |                   |        |         |        |       |       |        |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| CaCO <sub>3</sub> | ,666* | 1,000             |        |         |        |       |       |        |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| OM                | ,394* | ,138              | 1,000  |         |        |       |       |        |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| Al                | -,234 | -,361             | ,506** | 1,000   |        |       |       |        |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| Cd                | -,244 | ,116              | ,043   | -,087   | 1,000  |       |       |        |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| Cr                | ,056  | ,360              | -,149  | ,051    | ,161   | 1,000 |       |        |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| Ni                | -,195 | ,288              | ,041   | -,169   | ,705** | ,156  | 1,000 |        |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| Pb                | ,006  | ,404*             | ,422*  | -,502** | ,536** | ,153  | ,341  | 1,000  |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| tAl               | -,348 | -,157             | -,272  | ,491*   | ,381   | ,290  | ,349  | -,180  | 1,000 |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| tCd               | ,109  | ,050              | -,008  | -,026   | ,645** | ,291  | ,398* | ,205   | ,417* | 1,000 |        |       |       |                 |                   |                   |
| tCr               | -,207 | -,135             | ,148   | ,043    | -,002  | -,236 | ,134  | ,049   | ,073  | ,207  | 1,000  |       |       |                 |                   |                   |
| tNi               | -,042 | ,104              | ,292   | -,071   | ,055   | -,131 | ,169  | ,360   | -,100 | ,181  | ,793** | 1,000 |       |                 |                   |                   |
| tPb               | ,315  | ,455*             | ,362   | -,430*  | ,211   | ,029  | -,235 | ,599** | -,268 | ,279  | -,008  | ,092  | 1,000 |                 |                   |                   |
| <sup>40</sup> K   | ,046  | -,561**           | -,031  | ,275    | -,067  | -,100 | -,223 | -,354  | ,347  | ,154  | -,073  | -,200 | -,164 | 1,000           |                   |                   |
| <sup>226</sup> Ra | ,386  | -,410*            | ,303   | ,042    | ,118   | -,227 | -,132 | ,029   | ,067  | ,201  | ,046   | -,109 | ,295  | ,556**          | 1,000             |                   |
| <sup>232</sup> Th | ,178  | -,338             | ,123   | ,159    | ,184   | ,004  | -,106 | ,105   | ,229  | ,305  | ,072   | -,109 | ,346  | ,580**          | ,852**            | 1,000             |

\*: P<0,05, \*\*: P<0,01, \*\*:Toplam

Çizelge 6. Yüzeı altı (30-60 cm) toprak örneklerinin fiziksel özellikleri ile alınabilir ve toplam ağır metal içerikleri arasındaki ilişkiler

Table 6. Relationships between total and available (plant extractable) heavy metals of the subsurface soil samples and their physical properties (30-60 cm)

|                          | pH    | CaCO <sub>3</sub> | OM     | Al      | Cd     | Cr    | Ni    | Pb    | **tAl | tCd   | tCr    | tNi   | tPb   | <sup>40</sup> K | <sup>226</sup> Ra | <sup>232</sup> Th |
|--------------------------|-------|-------------------|--------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------------|-------------------|-------------------|
| pH                       | 1,000 |                   |        |         |        |       |       |       |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| CaCO <sub>3</sub> ,553** | 1,000 |                   |        |         |        |       |       |       |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| OM                       | ,282  | ,100              | 1,000  |         |        |       |       |       |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| Al                       | -,281 | -,222             | -,314  | 1,000   |        |       |       |       |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| Cd                       | -,360 | -,227             | -,063  | -,038   | 1,000  |       |       |       |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| Cr                       | ,362* | ,369*             | -,133  | ,038    | ,092   | 1,000 |       |       |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| Ni                       | -,270 | ,129              | ,035   | ,119    | ,627** | ,019  | 1,000 |       |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| Pb                       | ,213  | ,419*             | ,577** | -,452*  | ,298   | ,165  | ,357  | 1,000 |       |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| tAl                      | -,279 | -,165             | -,019  | ,449*   | ,349   | ,235  | ,390* | ,045  | 1,000 |       |        |       |       |                 |                   |                   |
| tCd                      | ,142  | ,013              | ,218   | -,056   | ,334   | ,202  | ,201  | ,140  | ,152  | 1,000 |        |       |       |                 |                   |                   |
| tCr                      | ,031  | -,164             | ,241   | -,147   | ,250   | -,207 | ,178  | ,140  | ,048  | ,177  | 1,000  |       |       |                 |                   |                   |
| tNi                      | ,253  | -,029             | ,361*  | -,320   | ,133   | -,232 | ,104  | ,332  | -,199 | ,205  | ,805** | 1,000 |       |                 |                   |                   |
| tPb                      | ,266  | ,046              | ,417*  | -,624** | -,142  | ,003  | -,345 | ,376* | -,198 | ,236  | ,029   | ,148  | 1,000 |                 |                   |                   |
| <sup>40</sup> K          | -,163 | -,493**           | ,087   | ,291    | ,004   | -,086 | -,142 | -,244 | ,370* | ,391* | -,036  | -,047 | -,044 | 1,000           |                   |                   |
| <sup>226</sup> Ra        | ,026  | -,297             | ,303   | ,089    | -,179  | -,203 | -,162 | ,004  | ,035  | ,361  | ,067   | ,053  | ,377* | ,520**          | 1,000             |                   |
| <sup>232</sup> Th        | -,039 | -,255             | ,208   | ,139    | -,009  | ,010  | -,135 | ,111  | ,204  | ,418* | ,100   | ,023  | ,320  | ,581**          | ,851**            | 1,000             |

\*: P<0,05, \*\*: P<0,01, \*\*\*:Toplam

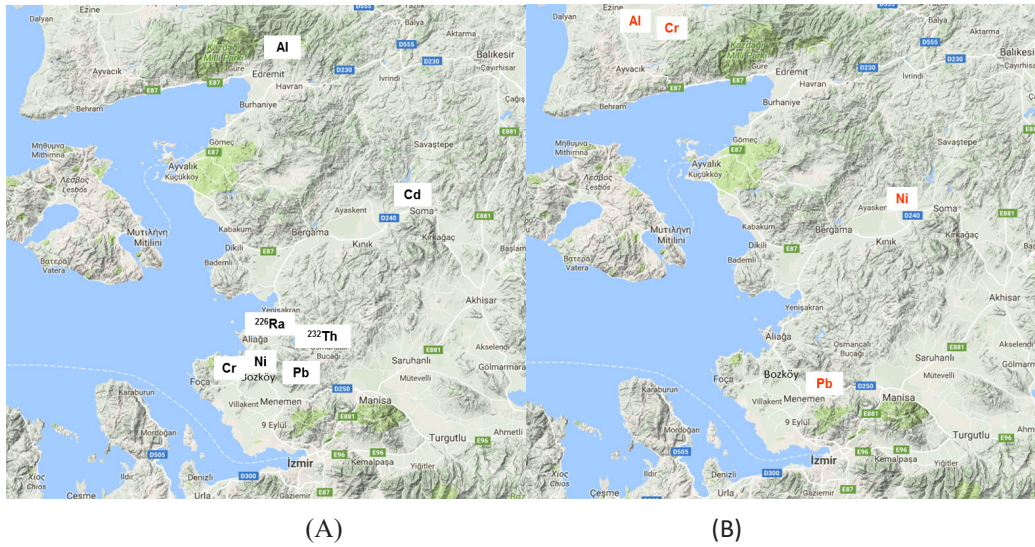
Zeytin yetiştiriciliği yapılan tarım alanlarından alınan yüzeı altı (30-60 cm) toprak fiziksel özellikleri ile alınabilir ve toplam ağır metal içerikleri arasındaki ilişkiler Çizelge 6'da görölmektedir. Toprakların pH değerleri, CaCO<sub>3</sub> ve alınabilir Cr değeri ile pozitif korelasyon göstermiştir. Toprakların CaCO<sub>3</sub> içerikleri ile alınabilir Cr ve Pb arasında pozitif, <sup>40</sup>K ile negatif korelasyon saptanmıştır. Organik madde ile alınabilir ve toplam Pb değerleri ile toplam Ni değeri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Metal elementlerinin toplam ve alınabilir konsantrasyonları arasında da pozitif ve negatif ilişkiler saptanmıştır. Alınabilir Al, alınabilir ve toplam Pb negatif, toplam Al ile pozitif; Alınabilir Cd, alınabilir Ni ile pozitif; alınabilir Ni toplam Al ile pozitif; alınabilir Pb toplam Pb ile pozitif korelasyon göstermiştir. Toplam Al ve <sup>40</sup>K; toplam Cd ve <sup>40</sup>K ile <sup>232</sup>Th; toplam Cr ve toplam Ni; toplam Pb ve <sup>226</sup>Ra; <sup>40</sup>K ile <sup>226</sup>Ra ve <sup>232</sup>Th arasında pozitif ilişki görölmektedir. Bulgulara göre toprak fiziksel özelliklerinden pH, organik madde ve CaCO<sub>3</sub>'ın alınabilir ve toplam metal konsantrasyonu üzerine önemli etki yaptığı açıkça görölmektedir. Ayrıca genel anlamda alınabilir metal ve toplam metal konsantrasyonu arasında önemli ilişki olduğu, alınabilir formdaki metal konsantrasyonunun toplam metal konsantrasyonundan etkilendiği anlaşılmaktadır.

Zeytin yaprağı örneklerinin ağır metal içerikleri Çizelge 7'de verilmiştir. Yaprak metallere özellikle Al, Ni ve Pb'nun topraktaki toplam metal içeriklerine paralel olarak artma eğiliminde olduğu görölmektedir. Ayrıca yaprak metal içerikleri, örnekleme yapıldığı yere göre değişmektedir (Şekil 1). Özellikle karayolu ve çevresinden alınan yaprak örneklerinin Pb içeriği daha yüksek bulunmuştur. Kartal ve ark. (1992) Kayseri ili ve çevresindeki trafik akışının yoğun olduğu alanlardan aldıkları örneklerde de Pb, Ni ve Zn kirliliği belirlemişlerdir. Alloway (1990) normal Ni değerini 0.02-5.00 ppm, Kabata Pendias-Pendias (1984) ise 0.10-5.00 ppm aralıklarında bildirmektedirler. Scheffer ve Schachtschabel (1989)'e göre ise bitkilerde 0.10-3.00 ppm Ni normal kabul edilmektedir. Genel olarak zeytin yaprak örneklerinin Ni içeriklerinin bildirilen sınır değerlerinin altında olduğu görölmektedir. Ancak Soma'dan alınan örneklerde sınır değerlere çok yakın Ni içeriklerine rastlanması dikkat çekicidir. Farklı literatürlerde bitkilerin Cr içerikleri çok geniş aralıklarda değişebilmektedir. Lepp (1987) ise Cr içeriği bakımından tüm ağaçlar için 0.20 ile 0.60 ppm aralığını bildirmektedir. Çalışmamızda yaprak örneği Cr içeriklerinin bildirilen üst sınıra yakın yada biraz üzerinde bulunmuştur. Toksik seviyelerde Cr'a maruz kalan bitkilerde, fotosentez ve solunum gibi önemli metabolik olayların olumsuz etkilenmesinden dolayı bitki büyümesinde azalma görölmektedir. Ayrıca yaprak büyümesi (yaprak yüzeı alanı gelişimi ve toplam yaprak sayısını) üzerine etki ederek daha küçük yaprak oluşumuna neden olmaktadır (Yıldız vd., 2011). Kabata Pendias and Pendias (1984) bitkilerde doğal olarak 0.1-10 ppm arasında Pb bulunabileceğini bildirmiştir. Kurşun içeriği yüksek olan alanlarda yetişen bitkilerde kök uzaması ve biyokütlede azalma, klorofil biyosentezinde engellenme, bazı enzim aktivitelerinde tetiklenme veya gerilemeler (Fargasova, 1994; Miranda ve Ilangovan, 1996) görölmüştür.

Zeytin yaprağı Pb içeriklerinin bildirilen değerlerin altında olduğu görülmektedir. Kabata Pendias and Pendias (1984) kuru maddede 0.1-2.4 mg kg<sup>-1</sup> Cd değerlerini normal, 5-30 mg kg<sup>-1</sup>'in ise kritik olduğunu bildirmiştir. Zeytin yaprak Cd içeriklerinin bildirilen değerlerin altında olduğu görülmektedir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Zeytin yaprak örneklerinin ağır metal içerikleri (mg/kg kuru ağırlık)

|         | Cd        | Cr        | Al     | Ni        | Pb        |
|---------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|
| Soma    | 0.01-0.03 | 0.19-0.90 | 58-360 | 0.66-2.96 | 0.17-0.90 |
| Aliğa   | 0.01-0.09 | 0.29-0.92 | 46-108 | 0.67-1.71 | 0.22-5.93 |
| Bergama | 0.01-0.03 | 0.43-0.61 | 39-149 | 0.46-0.98 | 0.15-0.90 |
| Ayvalık | iz-0.03   | 0.50-0.60 | 55-166 | 0.80-1.19 | 0.12-0.47 |
| Edremit | iz-0.02   | 0.36-0.59 | 55-94  | 0.32-2.36 | 0.23-0.39 |
| Ezine   | 0.01-0.02 | 0.56-0.99 | 45-382 | 0.73-1.76 | 0.57-0.78 |
| Min.    | iz        | 0.19      | 39     | 0.32      | 0.12      |
| Mak.    | 0.09      | 0.99      | 382    | 2.96      | 5.93      |
| Ort.    | 0.02      | 0.61      | 112    | 1.21      | 0.82      |



Şekil 1. Yüksek miktarda ağır metal ve doğal radyonüklit içeren alanlar

(A:Toprak, B:Bitki)

Figure 1. High concentrations of heavy metals and natural radionuclides in the study area (A: Soil, B:Plants)

Zeytin yaprağında yapılan metal analizlerinin sonucunda transfer faktörü de hesaplanmış ve bitkinin yüksek absorpsiyon kapasitesine sahip olmadığı anlaşılmıştır. Transfer faktörünün 1'in altında bulunması bitkinin ağır metal alınımının zayıf olduğunu göstermektedir. Ayrıca yapılan istatistiki belirlemelerde, toprak toplam metal konsantrasyonları ile bitki metal içerikleri arasında çoğunlukla düşük ilişki bulunurken, toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile yaprak metal konsantrasyonları arasında önemli ilişkiler olduğu görülmektedir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Yaprak örneklerinin ağır metal içerikleri ile toprakların kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler

Table 8. Relationships between the heavy metals of leaves and soil physical-chemical properties

| Topraklarının Fiziksel ve Kimyasal özellikleri | Zeytin Yaprak |        |    |         |        |
|--|---------------|--------|----|---------|--------|
|  | Al            | Cd     | Cr | Ni      | Pb     |
| pH (0-30 cm)                                   | -,394*        |        |    |         |        |
| pH (30-60 cm)                                  |               | -,394* |    |         |        |
| CaCO <sub>3</sub> (0-30 cm)                    |               |        |    |         | -,505* |
| CaCO <sub>3</sub> (30-60 cm)                   |               |        |    |         |        |
| OM (0-30 cm)                                   |               |        |    | -,457*  |        |
| OM (30-60 cm)                                  |               |        |    | -,487** |        |

### Sonuç ve Öneriler

Kuzey Batı Anadolu'daki endüstrileşmenin ve nüfus yoğunluğunun etkisi altında olan zeytin bahçelerinden alınan toprak ve bitki örneklerinin analiz sonuçlarına göre antropojenik kirlenme toprakta Ni elementi ile kendini göstermekle birlikte, Pb, Cr ve Cd elementlerinin sınır değerlere yakın değerlerde bulunması dikkat çekicidir. Özellikle Aliğa ve Soma'dan alınan toprak ve yaprak örneklerinde kirlenmenin etkisi görülmektedir. Bu yörelerde gerekli önlemler alınmadığı takdirde kısa bir zaman sürecinde bu kirlilik yaygınlaşabilir ve yoğunluğu artabilir. Tüm bu nedenlerle, model olarak planlanan bu çalışma baz alınarak, zeytin çeşit ve yaş gruplamaları ile daha geniş boyutlarda bölgesel bir çalışma yapılmalı ve kontrolün sağlanması amacıyla her 3-4 yılda bir tekrarlanmalıdır. Yaşamsal önem taşıyan doğal varlıklarımızın bütüncül düşünülerek korunmasının önemli bir diğer konu olduğu dikkate alınmalıdır.



## Kaynaklar/References

- Alloway, B. J., 1990, Heavy Metals in Soils, Blackie and Sou Ltd., Glasgow and London.
- Anonim, 2005. Toprak Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete, sayı: 25831 Ankara (Erişim tarihi: 24.09.2018).
- Anonim, 2016. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü 2015 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu, (Erişim tarihi: 24.09.2018). <http://koop.gtb.gov.tr/data/56e95c1a1a79f5b210d91772/2015%20Zeytinya%C4%9F%C4%B1%20Raporu.pdf>
- Başçı, N. 2009. Cr (VI) İyonunun Süs Bitkileri Kullanılarak Toprakta Gideriminin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Bouyoucos, G. 1962. Hidrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soil. *Agronomy Journal*, 54:464-465.
- Durak, Z. 2005, Adana Sofulu Düzensiz Çöp Depolama Alanında Oluşan Çöp Sızıntı Sularının Bitki Yetiştirilmesinde Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Fargasova, A., 1994. Effect of Pb, Cd, Hg, As and Cr on germination and root growth of *Sinapis alba* seeds. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 52, 452-456
- Gerendas, J., Polacco, J.C., Freyermuth, S.K., Sattelmacher, B. 1999. Significance of Nickel for Plant Growth and Metabolism. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 162: 241-256.
- Hızalan, E. ve H. Ünal 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A. Ü. Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Jackson, M. L. 1962. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs. N. I., USA.
- Kabata Pendias, A., Pendias, H., 1984. Trace elements in soils and plants. Book, Boca Raton, Florida, CRC Press, Inc., (1984), p. 31, 315.
- Kartal, S., Elçi, L. Dogan, M. 1992. Investigation of Lead, Nickel, Cadmium and Zinc Pollution of Traffic in Kayseri. *Fresenius Environ. Bull.*, 1: 28-35.
- Kartal, S., Elçi, L., Kiliçel, F. 1993. Investigation of Soil Pollution Levels for Zinc, Copper, Lead, Nickel, Cadmium and Manganese at around of Çinkur Plant in Kayseri. *Fresenius Environ. Bull.*, 2: 614-619.
- Köseoğlu, C. 2007. Atık Çamurun İyileştirilebilmesi için Bitkisel Arıtımın (Fitoremediyasyon) Kullanım Olanaklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Lepp, N.M., 1987. Heavy Metals in Soils. Edited by B.J. Alloway. John Wiley & Sons. New York.
- Lindsay, W. L. and Norvell, W. A. 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper. *Soil Science*.
- Miranda, M.G., Ilangovan, K., 1996. Uptake of lead by *Lemna gibba* L. influence on specific growth rate and basic biochemical changes. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 56, 1000-1007
- Molas, J. 1997. Changes in Morphological and Anatomical Structure of Cabbage (*Brassica oleracea* L.) Outer Leaves and in Ultrastructure of their Chloroplasts Caused by an in Vitro Excess of Nickel. *Photosynthetica* 34 (4): 513-522.
- Pekcan, T., H. S. Turan, N. Alper, M. Ozaltas, and Cokuysal, B. 2008. Effects of Organomineral, Mineral and Farmyard Manures on the Yield and Quality of Olive Trees. Izmir, Turkey: Olive Research Institute.
- Rangnekar S. S., Sahu S. K., Pandit G.G. and Gaikwad, V. B. 2013. Accumulation and Translocation of Nickel and Cobalt in Nutritionally Important Indian Vegetables Grown in Artificially Contaminated Soil of Mumbai, India, *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*. Vol. 1(10).
- Seregin, Kozhevnikova A.D. 2006. Physiological Role of Nickel and its Toxic Effects on Higher Plants. *Russian Journal of Plant Physiology* 53 (2): 257-277.
- Scheffer, F. and Schachtschabel, P., 1989. *Lehrbuch Der Bodenkunde*. 12 Aufl.. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart. 442 P.
- TSI, 2010. Crop production statistics database. Available at <http://tuik.gov.tr>
- Ünal, D., Sert, Ş., Işık, N.O., Kaya, Ü. 2011. İzmir-Kemalpaşa Sanayi Bölgesinde Ağır Metal Kirliliğinin Biyoindikatör Olarak Zeytin (*Olea europaea*) Bitkisi Kullanılarak Belirlenmesi. *Zeytin Bilimi* 2 (2), 59-64.
- UNSCEAR Report, 2000. Sources, Effects and Risks of Ionizing.
- Yaprak G. 2008. Natural Radioactivity (I ve II).
- Yaprak, G. 1995. Radyoaktif Mineral İçeren Örneklerin Gama Spektroskopik Analizlerde Matris Etkisi ve Self Adsorpsiyon için bir Düzeltme Yönteminin Geliştirilmesi, (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü, Bornova, İzmir.
- Yıldız, M., Terzi, H., ve Uruşak, B., 2011. Bitkilerde krom toksisitesi ve hücresel cevaplar. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 27(2): 163-176.
- Zarcinas, B. A., Cartwright, B. and Spauncer, L. P. 1987. Nitric Acid Digestion and Multielement Analysis of Plant Material by Inductively Coupled Plasma Spectrometry. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 18: 131-147. Science Society of American Journal, 42: 421-428.