

ISSN 1308-7576
e-ISSN 1308-7584

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

YYÜ TAR BİL DERG

YUZUNCU YIL UNIVERSITY
JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES

YYU J AGR SCI

Cilt (Volume): 30 Sayı (Number): 1 Mart (March) 2020

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 65080 Van, Türkiye
Van Yuzuncu Yil University Agriculture Faculty, 65080 Van, Turkey
<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Previous Names of the Journal: Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (Yuzuncu Yil University, Agriculture Faculty Journal of Agriculture Science) and Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Yuzuncu Yil University, Journal of Agriculture Faculty)

Dergimiz CAB Abstracts, FAO AGRIS/CARIS ve TÜBİTAK/ULAKBİM Veri Tabanlarına girmektedir. Ulrich's Directory, EBSCO, ISC, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ISI Thompson Master Journal List (Zoological Record) ve SCOPUS'a dahildir.

Our Journal is abstracted in CAB Abstracts, FAO AGRIS/CARIS and TUBITAK/ULAKBİM Data Bank. Listed in Ulrich's Directory, EBSCO, ISC, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ISI Thompson Master Journal List (Zoological Record) and SCOPUS.

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ
(Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences)

SAHİBİ (OWNER)
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ ADINA
(Behalf on Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture)

(Dekan /Dean)
Prof. Dr. Semra DEMİR

Sorumlu Müdür (Manager in charge) / Baş editor (Chief Editor)
Prof. Dr. Suat ŞENSOY

Yayın Kurulu ve Yardımcı Editörler (Editorial Board & Associated Editors)

| | |
|--------------------------------------|--|
| ARPALI, Diğdem (Prof. Dr.) | Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN |
| ERDİNÇ, Çeknas (Assoc. Prof. Dr.) | Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN |
| KARACA, Serhat (Assoc. Prof. Dr.) | Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN |
| KAYA, İlhan (Prof. Dr.) | Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN |
| KURT, Şener (Prof. Dr.) | Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, HATAY |
| KURTAR, Ertan Sait (Prof. Dr.) | Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA |
| ÖZASLAN PARLAK, Altıngül (Prof. Dr.) | Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE |
| ÖZGÖKÇE, M. Salih (Prof. Dr.) | Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN |
| TÖLÜ, Cemil (Assoc. Prof. Dr.) | Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, ÇANAKKALE |
| TÜRKOĞLU, Nalan (Prof. Dr.) | Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN |

İstatistik Editörleri (Statistical Consultants)

| | |
|--------------------------------|---|
| TAKMA, Çiğdem (Prof. Dr.) | Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR |
| YEŞİLOVA, Abdullah (Prof. Dr.) | Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN |

Konu Editörleri ve Bilimsel Danışma Kurulu (Section Editors and Scientific Board)

| | |
|--|--|
| ALP, Şevket (Prof. Dr.) | Peyzaj Mimarlığı/ Landscape Architecture, Van Yüzüncü Yıl University |
| ALYOKHIN, Andrei V. (Assoc. Prof. Dr.) | Uyg. Entomoloji (Applied Entomology)/ Maine Üniv., Orono ME, USA |
| AYGÜN, Turgut (Prof. Dr.) | Hayvan Yetiştirme ve Islahı / Animal Breeding, Van Yüzüncü Yıl University |
| GÜLSER, Fusun (Prof. Dr.) | Top. Bil. ve Bit. Bes. /Soil Science and Plant Nutrition, Van Yüzüncü Yıl University |
| DEMİREL, Murat (Prof. Dr.) | Hayvan Besleme/Animal Nutrition, Van Yüzüncü Yıl University |
| JAVED, Khalid (Prof. Dr.) | Veterinerlik ve Hayvan Bilimleri Üniv., (Animal Science)/ Lahore, Pakistan |
| KAZANKAYA, Ahmet (Prof. Dr.) | Bahçe Bitkileri/ Horticulture, Van Yüzüncü Yıl University |
| KOCSIS, László (Prof. Dr.) | Bağcılık/Viticulture/ Georgikon Fak.Pannonia Üniv., Keszthely, Hungary |
| ŞEN, Fazıl (Prof. Dr.) | Su Ürünleri/Fisheries, Van Yüzüncü Yıl University |
| RÖSCH, Roland (Dr.) | Balıkçılık Araş. İst (Fisheries) /Baden-Württemberg Langenargen, Germany |
| TEPE, Işık (Prof. Dr.) | Bitki Koruma/Plant Protection, Van Yüzüncü Yıl University |
| TUNÇTÜRK, Murat (Prof. Dr.) | Tarla Bitkileri/Field Crops, Van Yüzüncü Yıl University |
| TUNÇTÜRK, Yusuf (Prof. Dr.) | Gıda Mühendisliği/Food Science, Van Yüzüncü Yıl University |
| TÜFENKÇİ, Şefik (Prof. Dr.) | Biyosistem Mühendisliği/Biosystem Engineering, Van Yüzüncü Yıl University |
| TÜRKOĞLU, Nalan (Prof. Dr.) | Süs Bitkileri/Ornamental Plant Production, Van Yüzüncü Yıl University |
| YILDIRIM, İbrahim (Prof. Dr.) | Tarım Ekonomisi/ Agricultural Economics, Van Yüzüncü Yıl University |
| YILDIZ, Mehtap (Assoc. Prof. Dr.) | Tarımsal Biyoteknoloji/Agricultural Biotechnology, Van Yüzüncü Yıl University |

Bu Sayının Hakem Listesi (Referee List in This Number)

| | |
|--|---|
| AĞIR, Hasan Burak (Assist. Prof. Dr.) | Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, KAHRAMANMARAŞ |
| AKSOY, Adem (Prof. Dr.) | Atatürk University, Faculty of Agriculture, ERZURUM |
| ARMAĞAN, Metin (Assoc. Prof.) | Aydın Adnan Menderes University, Buharkent Vocational School, AYDIN |
| ASLAN, Harun (Assoc. Prof.) | Atatürk University, Faculty of Fisheries, ERZURUM |
| ATASEVEN, Yener (Assoc. Prof.) | Ankara University, Faculty of Agriculture, ANKARA |
| ATICI, Ataman Altıngül (Assist. Prof. Dr.) | Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Fisheries, VAN |
| AY, Hilal (Assist. Prof. Dr.) | Ondokuz Mayıs University, Faculty of Science and Letters, SAMSUN |
| AYDINOĞLU, Bilal (Assoc. Prof.) | Akdeniz University, Faculty of Agriculture, ANTALYA |
| BAKKALBAŞI, Emre (Assoc. Prof.) | Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, VAN |
| BOYSAN CANAL, Sibel (Assist. Prof. Dr.) | Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN |
| BURUNKAYA, Mustafa (Assoc. Prof.) | Gazi University, Faculty of Technology, ANKARA |
| BÜLBÜL, Ali Savaş (Assoc. Prof.) | Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Fac. of Sci. and Letters, KAHRAMANMARAŞ |
| CENGİZ, Özgür (Dr.) | Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Fisheries, ÇANAKKALE |
| ÇOŞKUN, Hayri (Prof. Dr.) | Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Engineering, BOLU |
| ÇAKMAKÇI, Talip (Dr.) | Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN |
| ÇALIŞKAN, Mehmet Emin (Prof. Dr.) | Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Agricultural Sci and Techn., NİĞDE |
| CEYLAN, Zafer (Assist. Prof. Dr.) | Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Fisheries, VAN |
| ÇELİK, Şenol (Assist. Prof. Dr.) | Bingöl University, Faculty of Agriculture, BİNGÖL |
| DEMİROĞLU TOPÇU, Gülcan (Assoc. Prof.) | Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR |
| DOĞAN, Hasan Gökhan (Assoc. Prof.) | Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Agriculture, TOKAT |
| ERKOVAN Halil İbrahim (Prof. Dr.) | Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, ESKİŞEHİR |

ERTÜRK, Yakup Erdal (Assoc. Prof.)
İŞLER, Necmi (Prof. Dr.)
KARAMAN, Süleyman (Assoc. Prof.)
KARATURHAN, Buket (Assist. Prof. Dr.)
KOYUNCU, Mehmet Ali (Prof. Dr.)
KOYUNCU, Mubin (Assist. Prof. Dr.)
KÖSE, Şenol (Assist. Prof. Dr.)
KURT, Şükrü (Prof. Dr.)
KUTLAR, İlkey (Assist. Prof. Dr.)
KUŞVURAN, Alpaslan (Assoc. Prof.)
KÜÇÜKBASMACI SABİR, Ferhan (Assoc. Prof.)
KÜÇÜKYUMUK, Zeliha (Assoc. Prof.)
KÜRKLÜ, Ahmet (Prof. Dr.)
MENCET YELBOĞA, M.Nisa
ÖZCAN SİNİR, Gülşah (Dr.)
ÖZDEMİR, Fethi Ahmet (Assoc. Prof.)
ÖZDEMİR, Nutullah (Prof. Dr.)
SEFEROĞLU, Saime (Assoc. Prof.)
ŞAPÇI SELAMOĞLU, Handan (Dr.)
ŞİRİN, Ünal (Assist. Prof. Dr.)
TAŞAKAYA, Latif (Prof. Dr.)
TAŞKIN, Bilgin (Assist. Prof. Dr.)
ÜNAL, Halil Baki (Prof. Dr.)
ÜZAL SEYFİ, Selda (Prof. Dr.)
YILDIRIM, İbrahim (Prof. Dr.)

Iğdır University, Faculty of Agriculture, IĞDIR
Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, HATAY
Akdeniz University, Faculty of Agriculture, ANTALYA
Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
Isparta Applied Sciences University, Faculty of Agriculture, ISPARTA
Iğdır University, Faculty of Engineering, IĞDIR
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, VAN
Adıyaman University, Faculty of Engineering, ADIYAMAN
Akdeniz University, Faculty of Agriculture, ANTALYA
Çankırı Karatekin University, Kızılırmak Vocational School, ÇANKIRI
Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
Isparta Applied Sciences University, Faculty of Agriculture, ISPARTA
Akdeniz University, Faculty of Agriculture, ANTALYA
Akdeniz University, Faculty of Agriculture, ANTALYA
Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, BURSA
Bingöl University, Faculty of Science and Letters, BİNGÖL
Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, SAMSUN
Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, AYDIN
Kayseri University, Yahyalı Vocational School, KAYSERİ
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Fisheries, MUĞLA
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN
Ege University, Faculty of Agriculture, İZMİR
Selçuk University, Faculty of Agriculture, KONYA
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, VAN

Yayın Koordinatörleri (Typesetting)

Arş. Gör. M. Reşit KARAGEÇİLİ
Ziraat Yüksek Mühendisi Yekbun ALP
Ziraat Yüksek Mühendisi Yağmur YILMAZ

Web Sorumlusu (Internet Office)

Arş. Gör. M. Reşit KARAGEÇİLİ
Ziraat Yüksek Mühendisi Yekbun ALP
Ziraat Yüksek Mühendisi Yağmur YILMAZ

Yayın Türü (Publication Type)

Uluslararası Süreli Bilimsel Yayın (International Scientific Periodical)

Yönetim Yeri ve Yazışma Adresi (Correspondence Address)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, (Agriculture Faculty) Ziraat Fakültesi, Zeve Yerleşkesi, 65080, VAN

Cilt (Volume): 30

Sayı (Number): 1

Mart (March) 2020

Telefon (Phone)

+90 (432) 2251056; 2251024

Belgegeçer (Fax)

+90 (432) 2251104

e-posta (e-mail)

yyujagrsci@gmail.com

İnternet adresi: <http://dergipark.gov.tr/vvutbd>

ISSN 1308-7576 e-ISSN 1308-7584

Basıldığı Yer ve Tarih (Press and Date): Efe Kırtasiye, Mart (March) 2020, VAN

“Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi” önceden yayınlanan **“Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi”** ve **“Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi”**nin devamıdır. **Previous names of the journal: “Yuzuncu Yıl University, Agriculture Faculty Journal of Agriculture Sciences”** and **“Yuzuncu Yıl University, Journal of Agriculture Faculty”**



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Pretreatment Effect on Amelioration of Seed Germination of Zollinger's Indigo
(*Indigofera zollingeriana* Miq.)****

Siti MAESAROH^{1*}, Nurdan ŞAHİN DEMİRBAĞ²

^{1,2}Departement of Field Crops, Faculty of Agriculture, Ankara University, Ankara, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0003-1024-284X> ²<https://orcid.org/0000-0002-8345-1768>

*Corresponding Author e-posta: maesaroh@ankara.edu.tr

Article Info

Received: 23.10.2019
Accepted: 18.01.2020
Online Published 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.637005

Keywords

Dormancy,
Immersion,
Legume,
Scarification,
Soaking.

Abstract: *Indigofera zollingeriana* is one of *Indigofera* species distributed in Indonesia and known as forage crop. Seed is an important factor which influences cultivation of *I. zollingeriana* due to low seed germination. The objective of the research was to determine the effect of different pre-treatment as chemical scarification (98% of H₂SO₄, 0.3% of KNO₃, glycerine (C₃H₈O₃) at 70°C), hot water at 70°C with different duration of immersion or soaking and mechanical scarification using sand paper on *I. zollingeriana*'s seed germination. Pre-treatment had significant differences and improved germination percentage, germination speed index and shoot length. The positive correlation was noted between germination percentage and germination speed index.

***Indigofera zollingeriana*'nın Tohum Çimlenmesinde Ön İşlem Etkisinin İyileştirilmesi**

Makale Bilgileri

Geliş: 23.10.2019
Kabul: 18.01.2020
Online Yayınlanma 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.637005

Anahtar kelimeler

Dormansi,
Daldırma,
Baklagil,
Aşındırma,
İslatma.

Öz: *Indigofera zollingeriana*, Endonezya'da dağılım gösteren ve yem bitkisi olarak bilinen *Indigofera* türlerinden biridir. Endonezya'da *I. zollingeriana*'nın yetiştiriciliğini etkileyen en önemli faktör, tohumundaki düşük çimlenme oranıdır. Bu çalışmada, *I. zollingeriana* tohumlarında, farklı sürelerde kimyasal uygulamalarının (%98'lik H₂SO₄, %0.3'lük KNO₃, 60°C'lik C₃H₈O₃ çözelti), 70°C'lik sıcak su ve zımpara kâğıdı ile tohumu mekanik olarak aşındırma şeklinde yapılan çimlendirme ön uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; ön uygulamalarda çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı endeksi ve sürgün uzunluğu bakımından önemli farklılıklar gözlenmiş olup, incelenen parametrelerde aynı zamanda artış da tespit edilmiştir. Çimlenme yüzdesi ile çimlenme hızı endeksi arasında pozitif korelasyon saptanmıştır.

**This research is a part of master thesis conducted by Siti MAESAROH.

1. Introduction

Indigofera zollingeriana is one of the widely used forage plant species used in Indonesia due to high quality forage production and adaptability to drought stress under tropic conditions (Abdullah, 2010; Herdiawan and Sutedi, 2012). The plant has protein rich leaves with low tannin, lignin and cellulose contents, utilisable fibre (NDF and ADF) and high dry matter digestibility (Abdullah, 2010).

Palupi (2015) reported that top leaf meal of *I. zollingeriana* contain 28.98% crude protein, 3.30% crude fat, 8.49% crude fiber, 0.52% calcium and 0.34% phosphorus. Dianita (2012) noted interaction of arbuscular mycorrhizal fungi (FMA) had important role for transferring phosphorous and nitrogen in *Indigofera*.

Low seed viability influence plant growth and affect plant production and multiplication. Most (<85%) of the legumes have hard or impermeable seed coat (Guppy, 1912). Harrington (1916) observed that most of this is physical dormancy caused by hard seed coat that results in slow germination and development of plants. Mechanical or chemical scarification can break seed coat where metabolic inhibitor of seed is located (Copeland and McDonald, 1999). The seed condition (quality) is one of particular importance to plant cultivation in agriculture sector that rely on seed germination.

Abdullah (2014) has further reported that seed storage over 4 weeks on *I. zollingeriana* could result in decreases seed germination by 24%. Abdullah et al. (2016) has observed that long storage period affected hypocotyl length of the germinated seeds and increased mold contamination. The researcher conceived that these factors lead to poor germination of *I. zollingeriana*.

The study aimed to factors affecting seed dormancy and improves seed germination of *I. zollingeriana*.

2. Material and Methods

The seeds were collected from Prof. Dr. Luki Abdullah of the Department of Nutrition Science and Feed Technology, Bogor Agricultural University, Indonesia. Randomly selected healthy 3 months old yellow-brown coloured uniform seeds were selected for the experiment. Hundred (100) seed weight was measured (ISTA, 1966) and then moisture content of the seeds was determined using International Rules for Seed Testing (ISTA, 2003).

2.1. Pre-treatment and germination on *I. zollingeriana* seed

Eighteen pre-treatment with a control (untreated seed) were conducted on 75 seeds each of *I. zollingeriana*. The seeds were scarified using 98% of H₂SO₄ for 5, 10, 15 and 20 min. The seeds were also scarified with 0.3% KNO₃ (Potassium nitrate) for 12, 24, 36 and 48 h and C₃H₈O₃ (glycerine) at 60°C for 30, 60, 90 and 120 min. All chemically scarified seeds were rinsed in running tap water for 5-10 min to remove traces of the treated chemicals until they were safe to culture for germination. Similarly, the seeds were mechanically scarified with sand paper using two and four scratches and treated with hot water at 70°C for 30, 60, 90 and 120 min.

Each of twenty five treated seeds was placed in Petri dishes lined with filter papers containing 10 ml of distilled water. Then, the seeds were cultured in growth cabinet at 24±1°C under dark conditions.

2.2. Measurement

Germination was observed daily until 14 days of germination (ISTA, 2007) and the seeds with 2 mm radicle length were counted as germinated. Growth rate was measured by taking length of 5 randomly selected seedlings. The germination parameters included germination percentage following Bewley and Black (1994).

$$GP (\%) = \frac{\sum ni}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Where, GP (%) is the germination percentage, “n” is the number of normal germinated seeds at “i” day, and N is the total number of incubated seeds per test.

Speed germination was calculated by Germination Speed Index (GI), N is the number of normal germinated seeds at day “i” and D is day of count at day “i” n following Maguire (1962) and Gupta (1993) on the last day of count (7 days).

$$GI = \sum_{i=1}^n \frac{Ni}{Di} \quad (2)$$

2.3. Statistical analysis

The experiment was designed in a Completely Randomized Design (CRD) with 3 replications. The collected data expressed in percentage were Arcsine transformed (Steel and Torrie, 1980) before analysis of variance. The difference among means was compared by using Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Correlation among germination parameters were analyzed using Pearson Correlation coefficient.

3. Results and Discussion

3.1. Seed weight and moisture content

Hundred seed weight was measured as 0.67 g at seed moisture content of 6.38% and this moisture content was noted for safe storage period on orthodox seeds in agreement with Roberts (1973). These seeds were subjected to seed germination experiments. *I. zollingeriana* which has hard seed coat can protect embryo during storage. Advantages of hard and thick seed coats in legume orthodox seeds are preservation of low level of metabolism by prohibiting moisture and oxygen during storage and embryo protection against mechanical damage during collection and storage (Bonner, 2008). Copeland and McDonald (1999) observed that sensitivity of large-seeded legumes and damage could be reduced > 15% seed moisture. They also noted that the threshold moisture content for small-seeded legume is 8 to 10%.

3.2. Seed Germination

The result show that there was a significant ($p < 0.05$) different effect of pre-treatments on seed germination of *I. zollingeriana* (Table 1). The range of germination percentage was 4-78.67% after 14 days. Seed treated by sandpaper, sulphuric acid and potassium nitrate showed improvement in seed germination. The highest seed germination percentage of 78.67% and 76% were obtained on sandpaper scarified seeds after 2 and 4 scratches compared to control group and other pre-treatments. The effectiveness of sandpaper scarification was similar to Hassen et al. (2004) who noted improvement of seed germination by sandpaper scarification in 6 accessions of *Indigofera* (*I. cryptantha*, *I. brevicalyx*, *I. arrecta*, *I. spicata*, *I. trita* and *I. spicata*). In other studies Uzun and Aydin (2004) and Okunlola et al. (2011) emphasized the effectiveness of sandpaper scarification that showed high germination percentage on forage legumes as *Medicago* and *Trifolium* and African locust bean.

Sandpaper scarification by hand promoted the reduction on hard layer seed coats of *I. zollingeriana*. Similarly, mechanical scarification using sandpaper overcome physical dormancy due to hardness of seed coat by removing a thick palisade layer of macrosclereid cells characteristic of *leguminosae* related to water impermeability (Yildiztugay and Kucukoduk, 2012; Smykal et al., 2014; Chaves et al., 2017). However, some germinated seeds of *I. zollingeriana* appeared with root damage marked by black root tip. It is assumed that characteristics phenolic compounds in root cells got oxidized on contact with air and resulted in damage of the root tips in agreement with Kefeli et al., 2003, He et al., 2009. Therefore, care is needed during scratching of seeds to avoid damage to radicles. Careless scratching could result in damage to seeds or seed radicle micropylar regions fully or partially in agreement with Schmidh (2002) and Chaves et al. (2017).

The second highest germination percentage was in range 38.67-52% on seeds scarified with sulphuric acid. The effectiveness of sulphuric acid cracking and softening seed coats is in agreement with Missanjo et al. (2013) and Olatunji et al. (2013) who studied effect of pre-treatments on legumes seed germination. The seed germination after sulphuric acid scarification was lower compared to mechanical scarification with sandpaper. This could be due to long duration of immersion or high concentration of sulphuric acid that leads to embryo damage of a large quantity of seeds depending on resistance of inner integument. Missanjo et al. (2013) and Asaadi et al. (2015) also confirmed sulphuric acid was effective to improve germination percentage but they noted there was injury on embryo structure.

Three of KNO_3 durations treatments had germination percentage in range of 14.67-25.33%. These results are not in agreement with previous studies where potassium nitrate has been reported to

break seed dormancy and promote seed germination (Gashi et al., 2012) on *Romonda nathaliae*. Yucel (2000) reported potassium nitrate was specified as growth-regulating substance in *Salvia* species. It is conceived that the difference in germination percentage could be due to poor compatibility of the seeds, long duration of treatment period or concentration of potassium nitrate that have not significant effects on germination percentage of *I. zollingeriana*. Sarihan et al. (2005) and Gashi et al. (2012) noted that the appropriate concentration of KNO_3 improved germination seed on *Plantago lanceolata* L. and *Romando nathaliae*. Atalay et al. (2011) reported that <24 h treatment with 0.5 % potassium nitrate had negative effects on seed germinability and caused decreased seed germination of *Triticum aestivum*.

The hot water treatment with water at 70°C was not effective to improve germination of *I. zollingeriana*. The seed germination ranged 4-13.33%. Contrarily, Hassen et al. (2004) reported the effectiveness of 93°C of boiled water on germination of *I. arrecta*, *I. vohemarensis* and *I. trita* that showed improved germination percentage without remarkable risk on seed mortality. Although long duration of soaking of *I. zollingeriana* softened hard seed coats and also increased number of dead seeds due to embryo or cotyledon damage showed by extremely soft seed with fungal growth in agreement with McIvor and Gardener (1987), McDonnell et al. (2012) and Ghadir et al. (2012). These researchers confirmed that water temperature and soaking periods play an important role in seed germination.

Treatment with glycerine at 60°C resulted in seed germination range of 5.33-12% that was lower than before mentioned seed germinations. It could be due to by low temperature of glycerine that did not induce seed coat cracking. The boiling point of pure glycerine is 290°C at 760 mm (atmospheric pressure) (Anonymous, 1990). Wycherley (1960) and Schmidt (1961) emphasized use of warm treatment as glycerine was more effective to accelerate seed germination especially on some legumes. Moreover, all pre-treatment works by removing inhibitors like hard seed coat induced water and gas permeability was not much effective in this case and poorly promoted seed germination in accordance with Copeland and McDonald (1999).

There was significant difference ($p < 0.05$) on germination speed showed by germination speed index value (Table 1). The result showed that sandpaper scarification, sulphuric acid scarification and potassium nitrate immersion improved germination speed with 4.49-24.36 germination index indicated seed quickly germinate and physiological quality. Seeds treated by specific duration on some glycerine and hot water had higher germination index than control group but the difference between the two was no significant. The results are similar to Rusdy (2015) who reported that sulphuric acid immersion and sand paper scarification increased germination speed on legume *Centrocema pubescens*. Germination index was positively correlated to germination percentage with $r = 0.964$ (Table 2). The results are in agreement with Santos (2010). Doni et al. (2014) reported that hydro treatment could increase seed germination percentage and germination speed of *Oryza sativa*. Gairola et al. (2011) and Abiri et al. (2016) reported that there was a significant positive correlation between germination percentage and germination speed on legume *Jatropha curcas* and six *indica* rice cultivars. They also reported that vigor of stored seed declines before seeds lose their ability to germinate (Delouche, 1965; Shaban, 2013).

The maximum root length was noted on the seeds germinated after 0.3% KNO_3 treatment for 48 h (Table 1). It is similar to Taheri et al. (2014) who reported the effectiveness of KNO_3 to improve root length of *Punica granatum* due to faster emergence of roots and shoots. There were no significant differences among some pre-treated seeds in agreement with Karaguzel et al. (2004) and Gunes et al. (2013), who noted pre-treatment had no significant effect on roots of *Lupinus varius* and *Ceratonia siliqua* root length. Potassium has substantial effect on water relation (osmotic adjustment and turgor regulation) stomatal movement, enzyme activation, photosynthesis, protein synthesis in plants (Marschner, 1995). Bhandal and Malik (1988) reported that more than 50 enzymes are activated by K^+ . Thus, optimum levels K^+ can improve various enzymatic processes in the cytoplasm. Therefore, it was suggested that optimum concentration of K^+ at the cellular level might have acted as contributory factor for root growth and had reduced salt induced oxidative stress with lesser cell damage. This might had resulted in improved root length on the germinating seedlings in agreement with Shen et al. (2000).

Table 1. Effect of Pre-Treatment on Seed Germination and Seedling Growth of *I. zollingeriana*

| Pre-Treatment | Germination Percentage (%) | Germination Speed Index | Root Length (cm) | Shoot Length (cm) |
|---|----------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| T0 Control | 13.33 _{cde} | 1.76 ^{efgh} | 1.9 _{abcde} | 1.5 _f |
| T11 95-98% H ₂ SO ₄ 5 min | 52.00 _b | 12.42 ^b | 1.9 _{abcde} | 3.5 _{cdef} |
| T12 95-98% H ₂ SO ₄ 10 min | 38.67 _b | 9.47 ^{bc} | 1.8 _{abcde} | 3.7 _{bcd} |
| T13 95-98% H ₂ SO ₄ 15 min | 45.33 _b | 9.74 ^{bc} | 1.8 _{abcde} | 3.4 _{de} |
| T14 95-98% H ₂ SO ₄ 20 min | 40.00 _b | 8.31 ^{bc} | 1.6 _{be} | 3.4 _{de} |
| T21 0.3% KNO ₃ 12 h | 14.67 _{cde} | 4.49 ^{de} | 1.8 _{abcde} | 5.0 _{abcd} |
| T22 0.3% KNO ₃ 24 h | 25.33 _c | 10.33 ^b | 2.1 _{abcd} | 5.2 _{abc} |
| T23 0.3% KNO ₃ 36 h | 22.67 _{cd} | 8.20 ^{bc} | 1.9 _{abcde} | 5.4 _{ab} |
| T24 0.3% KNO ₃ 48 h | 13.33 _{cde} | 5.33 ^{cd} | 2.6_a | 5.5 _{ab} |
| T31 60°C C ₃ H ₈ O ₃ 30 min | 12.00 _{def} | 3.65 ^{def} | 2.5 _{ab} | 4.4 _{abcde} |
| T32 60°C C ₃ H ₈ O ₃ 60 min | 8.00 _{ef} | 1.84 ^{efg} | 1.7 _{abcde} | 4.9 _{abcd} |
| T33 60°C C ₃ H ₈ O ₃ 90 min | 10.67 _{ef} | 1.88 ^{efg} | 1.4 _{de} | 3.1 _{ef} |
| T34 60°C C ₃ H ₈ O ₃ 120 min | 5.33 _{ef} | 1.12 ^{fgh} | 2.1 _{abc} | 3.1 _{ef} |
| T41 70°C hot water 30 min | 4.00 _f | 0.18 ^h | 1.6 _{bcd} | 3.1 _{ef} |
| T42 70°C hot water 60 min | 9.33 _{ef} | 2.48 ^{defg} | 2.4 _{abc} | 5.6_{a**} |
| T43 70°C hot water 90 min | 13.33 _{cde} | 1.27 ^{fgh} | 1.8 _{abcde} | 4.1 _{abcde} |
| T44 70°C hot water 120 min | 9.33 _{ef} | 0.92 ^{gh} | 1.6 _{bcd} | 3.4 _{de} |
| T51 Sandpaper 2 scratch | 78.67_a | 22.31^a | 1.1 _e | 3.3 _{de} |
| T52 Sandpaper 4 scratch | 76.00_a | 24.36^a | 1.6 _{bcd} | 3.8 _{bcd} |

Means followed by the same letter within a column differ not significantly at 5% probability

Pre-treatment has significant ($P < 0.05$) different effect in germinated seed of *I. zollingeriana* that increased shoot length more than control group in range 3.3-5.6 cm after 14 days. It might have been caused by increasing quick seed germinated lead to early photosynthesis in agreement with Mabhaudhi (2009). There were no significant correlation between germination percentage and both of root length and shoot length (Table 2).

Table 2. Pearson correlation coefficient matrix between some germination and vigour test parameters on *I. zollingeriana* seed.

| Correlation | Germination Index | Shoot Length | Root Length |
|-------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Germination Percentage | 0.964 | -0.169 | -0.452 |
| | 0.000* | 0.488 ^{ns} | 0.052 ^{ns} |
| Germination Speed Index | | -0.004 | -0.35 |
| | | 0.988 ^{ns} | 0.142 ^{ns} |

* ns : significant and non-significant at 5% probability

4. Conclusion

Different pre-treatment had different effects and promoted germination on *I. zollingeriana* seed showed by the same germination parameters. Scarification by sandpaper could be an alternative to break hard seed coat of *I. zollingeriana* in laboratory scale. Appropriate pre-treatment can improve germination parameters. Therefore, the easy, low cost and quick pre-treatment's data obtained from laboratory study can be a recommended for faster *ex situ* germination and nursery establishment.

Acknowledgements

The authors are grateful to Prof. Luki Abdullah, Bogor Agricultural University, for help in give of seeds.

References

- Abdullah, L. (2010). Herbage production and quality of shrub *Indigofera* treated by different concentration of foliar fertiliser. *Media Peternakan*, 33(3), 169–175.
- Abdullah, L. (2014). Prospektif agronomi dan ekofisiologi *Indigofera zollingeriana* sebagai tanaman penghasil hijauan pakan berkualitas tinggi. *Pastura*, 3(2), 79-83. (in Indonesian language)
- Abdullah, L., Girsang, R. C., Putra, N. P., Wiryawan, K. G. & Permana, I. G. (2016). Viabilitas, Intensitas Kontaminasi Jamur dan Tinggi Hipokotil sebagai Respon terhadap Modifikasi Atmosfer dengan Injeksi CO₂ Selama Penyimpanan Benih *Indigofera zollingeriana*. In: L. Abdullah, D. A. Astuti, Suharlina (Eds.), *Bunga Rampai Hasil Riset dan Pengembangan Indigofera zollingeriana* (pp. 6-13). Bogor, Indonesia: IPB Press. [in Indonesian language]
- Abiri, R., Shaharuddin, N. A., Maziah, M., Yusof, Z. N. B., Atabaki, N., Sahebi, M. & Azizi, P. (2016). Quantitative assessment of *indica* rice germination to hydropriming, hormonal priming and polyethylene glycol priming. *Chilean Journal of Agriculture Research*, 76(4), 392-400.
- Anonymous. (1990). *Glycerine: an Overview*. The Soap and Detergent Assosiation. New York.
- Asaadi, A. M., Heshmati, G. & Dadkhah, A. (2015). Effects of different treatments to stimulate seed germination of *Salsola arbusculiformis* Drob. *Ecopersia*, 3(3), 1077-1088.
- Atalay, E., Yetim, E., Soylu, S., Sade, B. & Yorgancılar, M. (2011). *Farklı priming uygulamalarının ekmeklik buğday çeşitlerinde çimlenme başlangıç dönemindeki etkinliği*. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi, Samsun, Türkiye, 535-539.
- Bhandal, I. S. & Malik, C. P. (1988). Potassium estimation, uptake, and its role in the physiology and metabolism of flowering plants. *International Review of Cytology*, 110, 205-254.
- Bewley, J. D. & Black, M. (1994). *Seeds: Physiology of Development and Germination*. New York, USA: Plenum Press, 445.
- Bonner, F. T. (2008). Storage of Seed. In: F. T. Bonner, R. P. Karrfalt & R. G. Nisley (Eds.), *The Woody Plant Seed Manual* (pp. 85-96). New York, USA: United States Departement of Agriculture.
- Chaves, I. S., Silva, N. C. Q. & Ribeiro, D. M. (2017). Effect of the seed coat on dormancy and germination in *Stylosanthes humilis* H. B. K. seeds. *Journal of Seed Science*, 39(2), 114-122.
- Copeland, L. O. & McDonald, M. B. (1999). *Seed Science and Technology* (3rd Ed.). New York, USA: Kluwer Academic Publishers.
- Delouche, J. C. (1965). An accelerated aging technique for predicting relative storability of crimson clover and tall fescue seed lots. *Agronomy Abstracts* 40, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Dianita, R. (2012). *Kajian penggunaan unsur N dan P pada tanaman legum pakan dan non legum untuk sistem integrasi*. (PhD), IPB University, Bogor, Indonesia. (in Indonesian language)
- Doni, F., Anizan, I., Che Radziah, C. M. Z., Salman, A. H., Rodzihan, M. H. & Yusof, W. M. W. (2014). Enhancement of rice seed germination and vigour by *Trichoderma* spp. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 7(21), 4547-4552.
- Gairola, K. C., Nautiyal, A. R. & Dwivedi, A. K. (2011). Effect of temperatures and germination media on seed germination of *Jatropha curcas* Linn. *Advances In Bioreserach*, 2(2): 66-71.
- Gashi, B., Abdullai, K., Mata, V. & Kongjika, E. (2012). Effect of gibberellic acid and potassium nitrate on seed germination of the resurrection plants *Ramonda serbica* and *Ramonda nathaliae*. *African Journal of Biotechnology*, 11(20), 4537-4542.
- Ghadir, M., Khah, E. M., Jalali Honarmand, S., Shirkhani, A. & Shabani, G. (2012). Effects of seed hardness breaking techniques on okra (*Abelmoschus esculentus* L.) germination. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4(6), 264-273.
- Gunes, E., Gubbuk, H., Silva, T. A., Gozlekci, S. & Ercisli, S. (2013). Effects of various treatments on seed germination and growth of carob (*Ceratonia siliqua* L.) *Pakistan Journal of Botany*, 45(4), 1173-1177.
- Guppy, H. B. (1912). *Studies in Seeds and Fruits*. London, UK: Williams and Norgate. 528 p
- Gupta, P. C. (1993). Seed Vigour Testing. In: P. K. Agrawal (Ed.), *Handbook of Seed Testing* (pp. 242-249). New Delhi, India: DAC, Ministry of Agriculture.
- Harrington, G. T. (1916). Agricultural value of hard seeds. *Journal of Agricultural Researc*, 6, 761-795.

- Hassen, A., Pieterse, P. P. & Rethman, N. F. G. (2004). Effect of pre-planting seed treatment on dormancy breaking and germination of *Indigofera* accessions. *Tropical Grasslands*, 38, 154-157.
- He, Y., Guo, X., Lu, R., Niu, B., Pasapula, V. & Hou, P. (2009). Changes in morphology and biochemical indices in browning callus derived from *Jatropha curcas* hypocotyls. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 98, 11-17.
- Herdiawan, I. & Sutedi, E. (2012). Produktivitas tanaman pakan *Indigofera* sp. pada tingkat cekaman kekeringan dan interval pemangkasan berbeda. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 17(2), 161-167. (in Indonesian language)
- ISTA. (1966). *International Rules for Seed Testing*. Proceedings for International Seed Testing Association, 31, 1-152
- ISTA. (2003). *International Rules for Seed Testing*. International Seed Testing Association, Zurich.
- ISTA. (2007). *International Rules for Seed Testing*. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Karaguzel, O., Cakmakci, S., Ortacesme, V. & Aydinoglu, B. (2004). Influence of seed coat treatments on germination and early seedling growth of *Lupinus varius* L. *Pakistan Journal of Botan*, 36(1), 65-74
- Kefeli, V. I., Kalevitch, M. V. & Borsari, B. (2003). Phenolic cycle in plants and north et al. 645 environment. *Journal of Molecular Cell Biology*, 2, 13-18.
- Mabhaudhi, T. (2009). *Responses of maize (Zea mays L.) landraces to water stress compared with commercial hybrids* (176 p). (Master), University of Kwazulu, South Africa.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2, 176-177.
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plants* (2nd Ed.). San Diego, California, USA: Academic Press,
- McDonnell, A., Grant, M. & Coons, J. (2012). Effects of hot water on breaking seed dormancy of the endangered kankakee mallow, *Iliamna remota* Greene (Malvaceae). *Erigenia Number*, (25), 8-13.
- McIvor, J. G. & Gardener, C. J. (1987). Effect of boiling water treatment on hard seededness and germination in some *Stylosanthes* species. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 27(6), 857-862.
- Missanjo, E., Maya, C., Kapira, D., Banda, H. & Thole, G. K. (2013). Effect of seed size and pretreatment method on germination of *Albizia lebbek*. *International Scholarly Research Notices*. <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/969026/>. Accessed on 28 February 2018.
- Okunlola, A. I., Adebayo, R. A. & Orimogunje, A. D. (2011). Methods of breaking seed dormancy on germination and early seedling growth of African locust bean (*Parkia biglobosa*) (JACQ.) Benth. *Journal of Horticulture and Forestry*, 3(1), 1-6.
- Olatunji, D., Maku, O. J. & Odumefun, O. P. (2013). The effect of pre-treatment on germination and early seedling growth of *Acacia auriculiformis* Cunn Ex. Benth. *African Journal of Plant Science*, 7(8), 325-330.
- Palupi, R. (2015). *Substitusi protein bungkil kedelai dengan protein tepung pucuk indigofera zollingeriana untuk menghasilkan telur fungsional tinggi antioksidan*. (PhD), IPB University, Indonesia, Bogor, Indonesia. (in Indonesian language)
- Roberts, E. H. (1973). Predicting the storagelife of seed. *Seed Science and Technology*, 1, 499-514.
- Rusdy, M. (2015). Enhancing germination in seeds of *Centrosema pubescens*. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(10), 1-4.
- Santos, C. (2010). *Estatística descritiva: Manual de auto aprendizagem* (264p). Lisboa, Sílabo.
- Sarihan, E. O., Ipek, A., Khawar, K. M., Atak, M. & Grubuz, M. (2005). Role of GA₃ and KNO₃ in improving the frequency of seed germination in *Plantago lanceolata* L. *Pakistan Journal of Botany*, 37(4), 883-887.
- Schmidt, W. C. (1961). *Effects of some treatments on the dormancy of western larch seed*. (70 p). (Master), Montana State University, USA.

- Schmidth, L. (2002). Pedoman Penanganan Benih Tanaman Hutan Tropis dan Subtropis. Jakarta: Direktorat Jendral Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Departemen Kehutanan. [in Indonesian language]
- Shaban, M. (2013). Study on some aspects of seed viability and vigor. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1(12), 1692-1697.
- Smykal, P., Vernoud, V., Blair, M. W., Soukup, A. & Thompson, R. D. (2014). The role of the testa during development and in establishment of dormancy of the legume seed. *Frontiers in Plant Science*, 5(351), 1-19.
- Steel, R. G. & Torrie, J. H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics a Biometrical Approach* (633 p) (2nd Ed.). New York, USA: McGraw-Hill.
- Taheri, M. N., Gholami, M., Baninasab, B., Mobli, M. & Moradi, S. (2014). Pomegranate seed germination and dormancy breaking techniques. *Seed Technology*, 36(2), 139-149.
- Uzan, F. & Aydin, I. (2004). Improving germination rate of Medicago and Trifolium species. *Asian Journal of Plant Science*, 3(6), 714-717.
- Wycherley, P. R. (1960). Seed germination of some tropical legumes. *Journal of Rubber Research Institute of Malaya*, 16(2), 99-106.
- Yildiztugay, E. & Kucukoduk, M. (2012). Dormancy breaking and germination requirements for seeds of *Sphaerophysa kotschyana* Boiss. *Journal of Global Biosciences*, 1, 20-27.
- Yucel, E. (2000). Effects of different salt (NaCl), nitrate (KNO₃) and sulphuric acid (H₂SO₄) concentrations on the germination of some salvia species seeds. *Seed Science and Technology*, 28, 853-860.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

The Effects of Farmyard Manure and Green Manure Applications on Some Soil Physical Properties

Metin MÜJDECİ^{*1}, Azra Cevahir DEMİRCİOĞLU², Pelin ALABOZ³

^{1,2,3}Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Isparta, Turkey.

¹<https://orcid.org/0000-0002-0579-4538> ²<https://orcid.org/0000-0003-2968-7013> ³<https://orcid.org/0000-0001-7345-938X>

*Sorumlu yazar e-posta: metinmujdeci@isparta.edu.tr

Article Info

Received: 03.10.2019
Accepted: 12.02.2020
Online Published 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.628921

Keywords

Farmyard manure,
Green manure,
Soil physical properties.

Abstract: In this research was carried out to determine the effects of farmyard manure and green manure applications on some soil physical properties in a three yearly organic vegetable cultivation field. The effects of control (C), farmyard manure (FYM) (35 t ha⁻¹) and green manure (GM) applications on some soil physical properties (soil water characteristics (0.001, 0.1, 0.33, 1, 5, 10 and 15 bars), available water content, porosity and bulk density) were investigated in 0-10 and 10-20 cm soil depths for two years. At all tension values, the highest volumetric soil water contents were obtained for FYM application and the lowest ones for C treatment. The highest total porosity along with macro and micro porosity were found in the FYM application and the lowest ones were found in the C application. The available water content was the highest in the GM application and the lowest in the C application. In addition, the highest bulk density was found in C application and the lowest bulk density was found in FYM application. These results showed that the effects of different organic material applications on soil physical properties are important.

Çiftlik Gübresi ve Yeşil Gübre Uygulamalarının Bazı Toprak Fiziksel Özelliklerine Etkileri

Makale Bilgileri

Geliş: 03.10.2019
Kabul: 12.02.2020
Online Yayınlanma 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.628921

Anahtar kelimeler

Çiftlik gübresi,
Yeşil gübre,
Toprak fiziksel özellikleri.

Öz: Bu araştırma, üç yıl boyunca organik sebze yetiştiriciliği yapılan bir arazide çiftlik gübresi ve yeşil gübre uygulamalarının bazı toprak fiziksel özellikleri üzerine etkilerini belirlemek üzere yürütülmüştür. Kontrol (K), çiftlik gübresi (ÇG) (35 ton ha⁻¹) ve yeşil gübre (YG) uygulamalarının 0-10 ve 10-20 cm toprak derinlikleri için bazı toprak fiziksel özellikleri (toprak su karakteristikleri (0.001, 0.1, 0.33, 1, 5, 10 ve 15 bar), yarayışlı su içeriği, gözeneklilik ve hacim ağırlığı) üzerine etkileri 2 yıl süresince incelenmiştir. Araştırmada tüm tansiyon değerlerindeki, en yüksek hacimsel toprak su içeriği ÇG uygulamasında, en düşük değerler ise K uygulamasında elde edilmiştir. En yüksek toplam gözeneklilik ile makro ve mikro gözenek hacmi ÇG uygulamasında, en düşük değerler ise K uygulamasında bulunmuştur. Yarayışlı su içeriği ise en yüksek YG uygulamasında en düşük ise K uygulamasında elde edilmiştir. Ayrıca en yüksek hacim ağırlığı K uygulamasında, en düşük hacim ağırlığı ise ÇG uygulamasında bulunmuştur. Bu sonuçlar, farklı organik materyal uygulamalarının toprak fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin önemli olduğunu göstermiştir.

This study was financially supported by the Scientific Research Foundation of Süleyman Demirel University as a MSc thesis with project number of 3093-YL-12. The paper was partially presented at the 8th International Conference of Strategic Research on Scientific Studies and Education, Vienna/Austria and published as an abstract.

1. Introduction

Soil organic matter is key tool to improve soil structure and sustainable soil fertility. Organic matter content of Turkish soils is inadequate due to the effect of climate and agricultural use for many years (Eyüpoğlu, 1999; Tümsavaş, 2003; Turan et al., 2010; Bellitürk, 2011). The applied organic materials affect many physical, chemical and biological properties of soils. Depending on the decomposition and humification degree of the applied material, it significantly affects the soil physical properties. Organic matter can able to form and strengthen of aggregate structure in soil by stimulating the organic activity. This is especially important for silt, loam and clay soils because it improves the air and water budget of soils (Özbek et al., 1995). Air-water relations are very important for maintaining the productivity of soils. In a typical soil, soil air should contain at least 10% oxygen and at most 5% carbon dioxide (Rowell, 1996) and soil water content should support plant growth. As the degree of aggregation increases, the number of micro and macro pores and the total porosity increases, whereas the bulk density decreases (Karaman et al., 2007). Consequently, soil aeration and water holding capacity can be improved (Haynes and Naidu, 1998) upon organic matter incorporation. The effects of various organic materials (manure, wheat straw, garbage compost, chicken manure, green manure, bio solid etc.) on some physical and chemical properties of soils have been investigated by many researchers (Alagöz et al., 2006; Gulser and Candemir, 2012; Mujdeci and Uzumcu, 2017; Mujdeci et al., 2017a; Alaboz et al., 2017a; Altıkat et al., 2018). However, each of these materials has different effects on the physical, chemical and biological properties of soils depending on the nature and properties of the materials.

Turkey is not a water-rich country and the distribution of precipitation is highly irregular. The fertility is closely related not only to nutrient content but also to physical properties of soils. Organic matter, however can improve both of these properties towards maximize the yield. For optimum crop yield, estimating the required irrigation water from the field capacity, wilting point and evapotranspiration data could be an effective irrigation management practice.

Therefore, the effects of two organic materials, farmyard manure and green manure, having different nature were investigated on some soil physical properties (soil water characteristics (0.001, 0.1, 0.33, 1, 5, 10 and 15 bars), available water content, porosity and bulk density).

2. Material and Methods

This study was conducted at the experimental field of Agricultural Research Centre of Suleyman Demirel University. The field experiment (2010-2013) was set up in completely randomised design in triplicates. Organic vegetables (Tomatoes in 2010, cowpeas in 2011 and 2012) were grown in the plots treated with two different organic fertilizers (farmyard manure (FYM) and green manure (GM)) and control (C) without any organic and/or inorganic fertiliser. 35 t ha⁻¹ of FYM consisting of 45% dry matter was yearly incorporated into the soils and thoroughly mixed into top soil (0-15 cm) by means of rototiller on 21st of May to 7th of June depending on the year. Common vetch (*Vicia sativa* L.) at flowering stage was incorporated into the soil simultaneously with the FYM treatment by chisel (0-25 cm) and rototiller (0-15 cm), respectively.

Some physical and chemical properties of the experiment soil and FYM were given in Table 1 (Üzümcü, 2016). Disturbed and undisturbed soil samples were taken (10.03.2012, 08.03.2013) from 0-10 cm and 10-20 cm depths.

Table 1. Some physical and chemical properties of experiment soil and FYM

| Soil | Clay (%) | Silt (%) | Sand (%) | Texture Class | Organic matter (%) | CaCO ₃ (%) | pH | EC (dS m ⁻¹) |
|--------------|----------|----------|----------|---------------|--------------------|-----------------------|------|--------------------------|
| Soil 0-10 cm | 42.51 | 39.45 | 18.04 | C | 1.55 | 24.1 | 7.44 | 0.34 |
| 10-20 cm | 41.29 | 39.99 | 18.72 | C | 1.56 | 24.2 | 7.38 | 0.38 |
| FYM | - | - | - | - | 45.10 | - | 7.70 | 3.58 |

Bulk density was determined in undisturbed soil samples taken by steel cylinders (Blake and Hartge, 1986). Soil moisture contents were determined in undisturbed soil samples at 0.001, 0.1, 0.33 (field capacity) and 1.0 bar whereas 5, 10 and 15 bars (wilting point) moisture contents were determined in disturbed soil samples for soil water characteristics (Klute, 1986). The available water content of soil was calculated from the difference in the moisture content between 0.33 and 15 bars (Klute, 1986). The total porosity was determined from the water content of saturated soil and the micro porosity was volumetric field capacity. Macro porosity was calculated by taking the difference between total porosity and microporosity (Danielson and Sutherland, 1986). A hydrometer method was used to determine textural fractions (Bouyoucos, 1962). Organic matter content was determined by using modified Walkley-Black wet oxidation method and dry ashing method (at 400°C for 16 h in an oven) for soil and FYM, respectively (Burt, 2004). Soil pH and electrical conductivity (EC) were measured in a 1:1 soil-to-distilled water suspension, whereas pH and EC of FYM were determined in a 1:2.5 FYM-to-distilled water suspension (Burt, 2004). Calcium carbonate equivalent was determined by a volumetric method using a Scheibler calcimeter (Kacar, 2009).

The statistical analysis was performed by using Minitab-16 software program. The standard ANOVA procedures were subjected to the data-sets and the homogenous sub-sets were separated by Tukey test at $P < 0.05$.

3. Results and Discussion

3.1. Bulk density

The effects of FYM and GM applications were given in Table 2 on soil bulk density. The highest bulk density value (1.30 g cm^{-3}) was obtained in the C application. The bulk density values were 1.22 g cm^{-3} and 1.17 g cm^{-3} for the GM and FYM applications, respectively. Statistically significant differences were obtained to among the applications. Yeşilsoy and Aydın (1993) stated that the bulk density value of a typical clay soil may be below 1.1 g cm^{-3} . Abdelbaki (2018) stated that there was a significant negative correlation between bulk density and organic carbon. The bulk density of soils can better response to long term organic material incorporations (Haynes and Naidu, 1998). It statistical effects on the soil bulk density were apparent as organic matter repeatedly applied in many years (Table 2).

Table 2. The Effects of FYM and GM applications on soil bulk density (g cm^{-3})

| | 1 st year | | | 2 nd year | | | |
|------------------|----------------------|---------|------------------|----------------------|---------|-------|----------|
| | 0-10cm | 10-20cm | Y*A | 0-10cm | 10-20cm | Y*A | A |
| C | 1.27 | 1.33 | 1.30a** | 1.28 | 1.33 | 1.30a | 1.30A*** |
| FYM | 1.13 | 1.23 | 1.18d | 1.10 | 1.20 | 1.15e | 1.17C |
| GM | 1.21 | 1.26 | 1.24b | 1.18 | 1.24 | 1.21c | 1.22B |
| Y*D | 1.20c | 1.28a* | | 1.19d | 1.26b | | |
| Variation Source | F | P | Variation Source | F | P | | |
| Year(Y) | 36.32 | 0.000 | YxA | 12.18 | 0.000 | | |
| Application (A) | 793.97 | 0.000 | YxD | 0.40 | 0.533 | | |
| Depth(D) | 652.95 | 0.000 | AxD | 36.33 | 0.000 | | |
| | | | YxAxD | 0.82 | 0.453 | | |

* Lowercase letters indicated interaction between Y and D

** Italic letters indicated interaction between Y and A

*** Capital letters indicated the effects of applications

In the first year (2012) average bulk density was 1.24 g cm^{-3} , while the second year (2013) it decreased to 1.22 g cm^{-3} . Continuous addition of organic matter, good crop rotation and reduced soil tillage practices could provide the desired bulk density (Tsadilas et al., 2005; Mujdeci et al., 2017b). Mujdeci et al., (2017a) stated that farmyard manure and biosolid applications reduced the soil bulk density. A good soil structure is essential for sustainable crop production and bulk density is an important indicator of soil structure (Xu and Zhang, 2004). The low organic matter content of the study area (Table 1) enabled to a rapid response to the applied organic materials. On the other hand, the properties of the added organic material were also important for improving bulk density (Mujdeci et al., 2017b). The soil bulk density values were lower in the surface layer (0-10 cm, 1.19 g cm^{-3}) than the sub

surface (10-20 cm, 1.27 g cm⁻³). Although the soil was cultivated at a depth of about 20-25 cm, the organic material in the surface layer was relatively high due to the stimulating environment for microbial activity in the surface layer that acted in favour of reducing the bulk density (Shi et al., 2013; Mujdeci et al., 2017b). Organic matter treatments increased the pore ratio in the surface soil and thus the bulk density reduced. Organic matter is lower density than soil. In general, the higher organic matter means the lower soil bulk density (Hossain et al., 2015). It was reported that the organic matter treatments cause a depth-dependent organic matter increase in the soils and thus soil bulk density decrease (Mujdeci et al., 2017b).

3.2. Soil water characteristics

The effects of FYM and GM applications on the soil water characteristics (0.001, 0.1, 0.33, 1, 5, 10 and 15 bar) were given in Table 3. The main effects and interactions were statistically significant at all pressures, except for YxD and YxAxD interactions at 1, 5 and 15 bar (P <0.01). The highest volumetric water content was found in the FYM application at all pressures. The lowest values were obtained in the C treatment. FYM and GM applications caused a change in water content at all pressures. Similarly, Mujdeci et al. (2017a) investigated the effects of different cultural practices (soil tillage, farmyard manure and biosolid) on soil water characteristics (0.001, 0.1, 0.33, 1, 5, 10 and 15 bar). They found the highest volumetric water contents in the FYM applications at all pressures. Barzegar et al. (2002) stated that organic materials increased the amount of water held at a potential below 100 kPa.

Table 3. The results of variance analysis on the effects of FYM and GM applications on soil water characteristics and available water content

| Bar | Variation Source | F | P | Bar | Variation Source | F | P |
|-------|------------------|----------|-------|-----|------------------|---------|-------|
| 0.001 | Y | 1012.61 | 0.000 | 5 | Y | 658.68 | 0.000 |
| | A | 14728.04 | 0.000 | | A | 4067.12 | 0.000 |
| | D | 19413.34 | 0.000 | | D | 1783.26 | 0.000 |
| | YxA | 252.13 | 0.000 | | YxA | 173.85 | 0.000 |
| | YxD | 7.00 | 0.014 | | YxD | 3.95 | 0.058 |
| | AxD | 347.96 | 0.000 | | AxD | 5.72 | 0.009 |
| | YxAxD | 5.70 | 0.009 | | YxAxD | 2.06 | 0.150 |
| 0.1 | Y | 901.47 | 0.000 | 10 | Y | 1086.13 | 0.000 |
| | A | 5721.04 | 0.000 | | A | 6539.07 | 0.000 |
| | D | 4821.48 | 0.000 | | D | 3833.17 | 0.000 |
| | YxA | 226.64 | 0.000 | | YxA | 281.28 | 0.000 |
| | YxD | 6.64 | 0.017 | | YxD | 4.94 | 0.036 |
| | AxD | 65.90 | 0.000 | | AxD | 7.82 | 0.002 |
| | YxAxD | 9.87 | 0.001 | | YxAxD | 1.48 | 0.247 |
| 0.33 | Y | 440.55 | 0.000 | 15 | Y | 698.69 | 0.000 |
| | A | 2725.65 | 0.000 | | A | 3975.25 | 0.000 |
| | D | 555.28 | 0.000 | | D | 1581.73 | 0.000 |
| | YxA | 107.32 | 0.000 | | YxA | 183.05 | 0.000 |
| | YxD | 13.74 | 0.001 | | YxD | 0.34 | 0.565 |
| | AxD | 256.50 | 0.000 | | AxD | 20.85 | 0.000 |
| | YxAxD | 4.74 | 0.018 | | YxAxD | 0.69 | 0.512 |
| 1 | Y | 617.59 | 0.000 | AWC | Y | 0.02 | 0.883 |
| | A | 5186.73 | 0.000 | | A | 3.19 | 0.059 |
| | D | 1891.84 | 0.000 | | D | 40.36 | 0.000 |
| | YxA | 156.99 | 0.000 | | YxA | 7.83 | 0.002 |
| | YxD | 1.44 | 0.243 | | YxD | 6.13 | 0.021 |
| | AxD | 7.53 | 0.003 | | AxD | 100.56 | 0.000 |
| | YxAxD | 1.03 | 0.373 | | YxAxD | 1.85 | 0.179 |

Year (Y), Applications (A), Depth (D), Available water content (AWC)

With the addition of long-term organic material, the soil bulk density decreases while the water retention capacity, porosity, infiltration capacity and aggregation increase (Haynes and Naidu, 1998). Mujdeci and Uzumcu (2017) found that farmyard manure and green manure applications increased soil aggregation and aggregate size. In this study, changes in water holding capacity depending on applications 2nd year were more prominent (Figure 1).

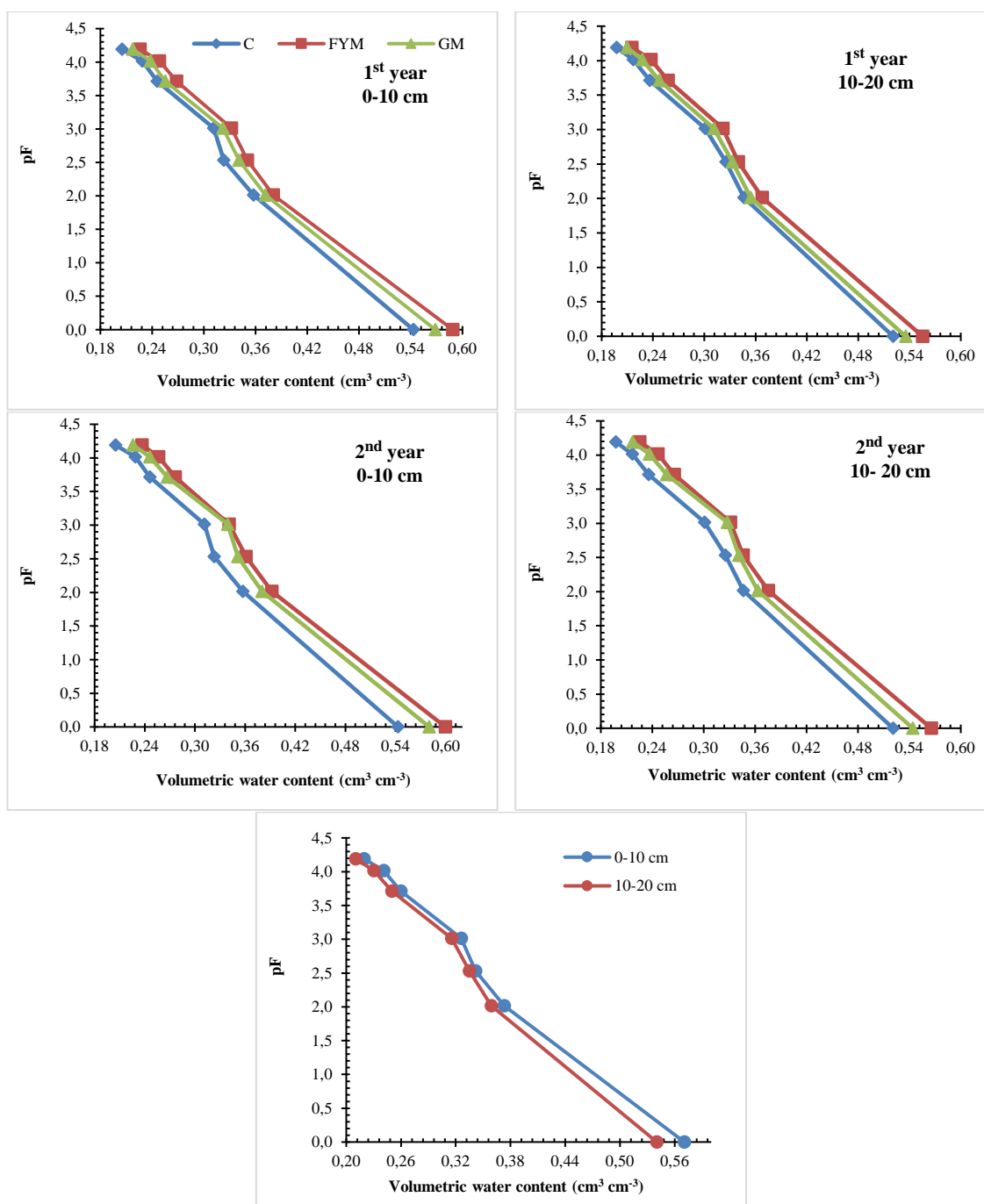


Figure 1. The Effects of FYM and GM applications on soil water characteristics.

Similarly, many researchers stated that organic material applications increased soil water retention capacities (Tsadilas et al., 2005; Tadesse et al., 2013; Alaboz et al., 2017; Mujdeci et al., 2017a). The higher volumetric water contents were obtained on surface soil (0-10 cm) at all pressures in question (Figure 1). This is due to the relative excess of organic matter in the surface layer. It was clear that organic matter was more effective in increasing water retention properties (Yılmaz and Alagöz, 2008). The field capacity and wilting point vary depending on the texture, organic matter, structure, clay content, etc. (Karahana et al., 2014).

The effects of FYM and GM applications on the field capacity, wilting point and available water content were given in Figure 2. The field capacity was between 0.323 and 0.361 cm³ cm⁻³, the wilting point was between 0.197 and 0.126 cm³ cm⁻³. Available water content range was 0.118-0.126 cm³ cm⁻³. Diallo and Mariko (2013) stated that the field capacity and wilting point moisture levels were reported in the range of 16.01 - 45.90, 3.95 - 27.10%, respectively, on clay soils. FYM and GM applications

resulted in increasing wilting point and field capacity. So, when the change was about the same ratio (Haynes and Naidu, 1998), the difference was found non-significant in the available water content. Since the soil has clayey texture, the effect of organic matter treatments remained trivial. Therefore, the effects of organic materials to a specific soil was highly dependent on the properties, frequency and amount of organic materials added and other environmental factors (Moraes et al., 2016; Pires et al., 2017; Sandin et al., 2017).

Depending on the soil depth, the effects of organic material treatments on the available water content became important ($P < 0.01$). The available water content of surface layer ($0.122 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$) was lower than the sub-surface one ($0.125 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$). The main effect of years was non-significant (Table 3).

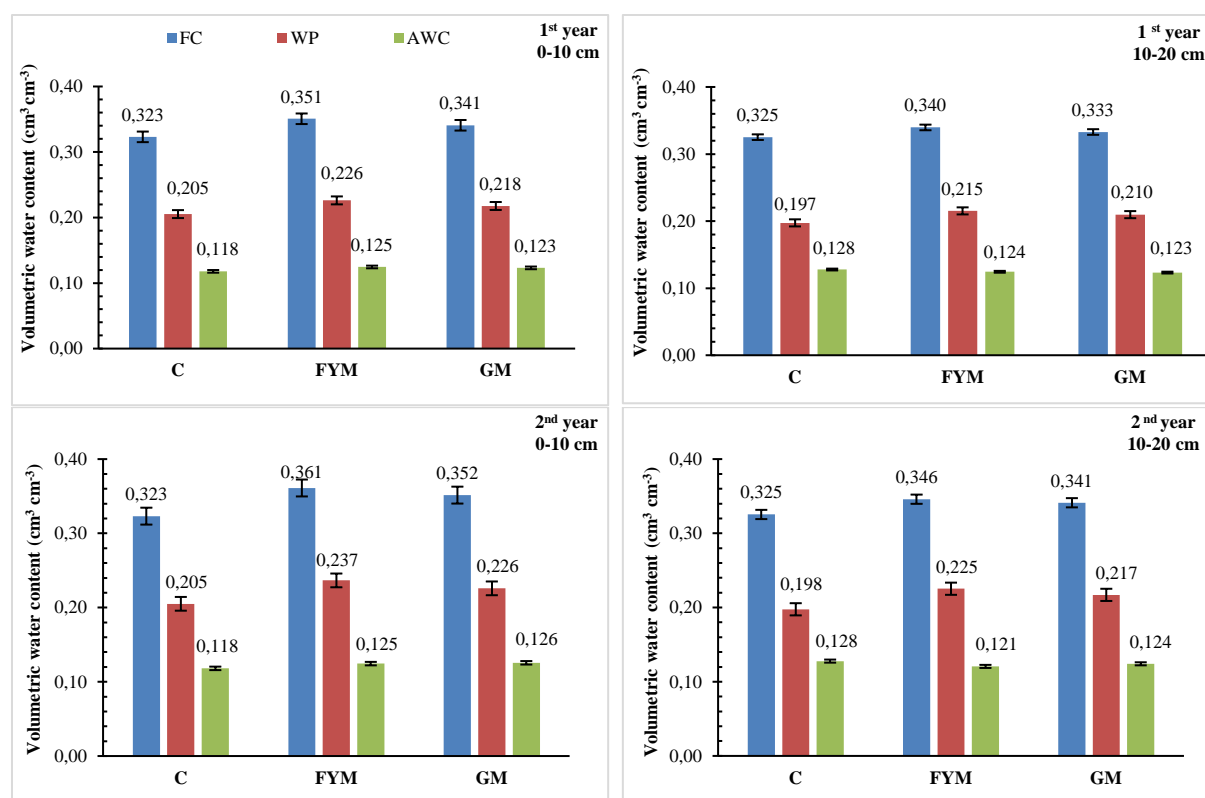


Figure 2. The Effects of FYM and GM applications on soil field capacity, wilting point and available water content.

3.3. Porosity

The effects of FYM and GM applications on soil porosity were given in Table 4. All main effects and interactions were significant for total, macro and micro porosity except for YxA, YxD and YxAxD interactions for macro porosity ($P < 0.05$).

Table 4. The effects of FYM and GM applications on porosity

| | Macro porosity | | Micro porosity | | Total porosity | |
|-------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | F | P | F | P | F | P |
| Y | 5.24 | 0.031 | 440.55 | 0.000 | 1012.61 | 0.000 |
| A | 888.84 | 0.000 | 2725.65 | 0.000 | 14728.04 | 0.000 |
| D | 3509.59 | 0.000 | 555.28 | 0.000 | 19413.34 | 0.000 |
| Y*A | 2.84 | 0.078 | 107.32 | 0.000 | 252.13 | 0.000 |
| Y*D | 1.49 | 0.233 | 13.74 | 0.001 | 7.00 | 0.014 |
| A*D | 13.32 | 0.000 | 256.50 | 0.000 | 347.96 | 0.000 |
| Y*A*D | 2.86 | 0.077 | 4.74 | 0.018 | 5.70 | 0.009 |

Y: year, A: applications, D: depth

The macro porosity of the soil ranged from 0.195 to 0.238 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$, while the micro porosity was determined between 0.323-0.361 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$. Total porosity has a minimum of 0.520 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ and a maximum of 0.599 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$. The total, macro and micro porosity of the soil were found to be the highest in FYM application and the lowest in C application (Figure 3). FYM and GM applications were caused changes in total, macro and micro porosity. However, the changes were more pronounced in the second year.

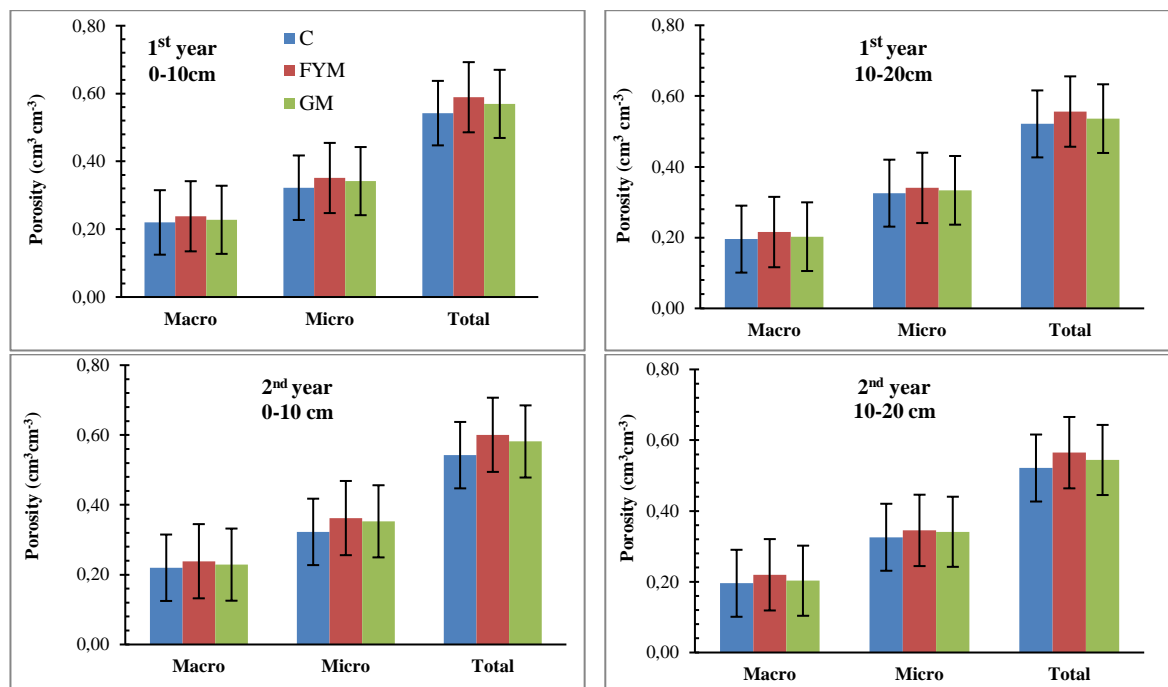


Figure 3. The effects of FYM and GM applications on total, macro and micro porosity.

Mujdeci et al. (2017a) stated that farmyard manure and biosolid applications increased total porosity and micro porosity. Variation of the applications depending on soil depth was found to be statistically significant. Total, macro and micro porosity in the upper soil layer (0-10 cm) was higher than the underlying soil (10-20 cm) (Figure 3). Total, macro and micro porosity were found to be the highest in the FYM application at both depths, while the lowest values were obtained in the C application (Figure 3). The applications provided more organic matter to surface soil and therefore, the effect of organic materials on soil porosity was found to be higher at 0-10 cm. In the study, the effect of the applications was found to be significant depending on the years. In second year, the highest total, macro and micro porosity were determined in the FYM application. Since fine textured soils have a large number of micro porosity, their water retention properties are high. The GM application was lower in all depths and years than FYM. It has higher macro, micro and total porosity compared to control. This is due to the organic material content of the soil after application. Organic material contents of GM applied soil were lower than FYM (Mujdeci et al., 2017b).

4. Conclusions

In this study, the depth-dependent-effects of FYM and GM applications on some soil physical properties (soil water characteristics (0.001, 0.1, 0.33, 1, 5, 10 and 15 bars), available water content, porosity and bulk density) were investigated. The highest volumetric soil water content was obtained in FYM application and the lowest volumetric soil water content was obtained in C application in all pressure. Field capacity and wilting point increased depending on FYM and GM application. Available water content also increased. However, the effects of applications on available water content were not statistically significant. The effects of applications on porosity and bulk density were found to be statistically significant. Total, macro and micro porosity were found as the highest in the FYM application, the lowest in the C application. The FYM application was found to be more effective in

improving soil physical properties in all investigated properties. As a result, there may be differences in soil physical properties according to the applied materials. In order to have more pronounced effects of organic matter applications, yearly or repeated incorporation of organic matter is suggested.

Acknowledgements

This study was financially supported by the Scientific Research Foundation of Süleyman Demirel University as a MSc thesis with project number of 3093-YL-12. The paper was partially presented at the 8th International Conference of Strategic Research on Scientific Studies and Education, Vienna/Austria and published as an abstract.

References

- Abdelbaki, A. M. (2018). Evaluation of Pedotransfer functions for predicting soil bulk density for US soils. *Ain Shams Engineering Journal*, 9, 1611-1619.
- Alaboz, P., Coskan, A., & Işıldar, A. A. (2017). Effect of saw-dust biochar on some soil moisture constants. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(6), 4033-4038.
- Alaboz, P., Işıldar, A. A., Müjdeci, M., & Şenol, H. (2017a). Effects of different vermicompost and soil moisture levels on pepper (*Capsicum annuum*) grown and some soil properties. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1), 30-36.
- Alagöz, Z., Yılmaz, E., & Öktüren, F. (2006). Effects of Organic material addition on some physical and chemical properties of soils. *Akdeniz Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 245-254.
- Altıkat, S., Küçükerdem, H. K., & Altıkat, A. (2018). Effects of wheel traffic and farmyard manure applications on soil CO₂ emission and soil oxygen content. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 42, 288-297.
- Barzegar, A. R., Yousefi, A., & Daryashenas, A. (2002). The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. *Plant and Soil*, 247, 295-301.
- Bellitürk, K. (2011). Determination of nutrient status of agricultural soils in uzunkopru county of Edirne province. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(3), 8-15.
- Blake, G. R., & Hartge, K. H. (1986). Physical and Mineralogical Methods. In: A. Klute (Ed), *Methods of Soil Analysis* (pp. 363-375) Part 1 Agr. Monogr. 9. ASA and SSSA Madison WI.
- Bouyoucos, G.J. (1962) Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agron. J.* 54, 464-465.
- Burt, R. (Ed.) (2004) Soil Survey Laboratory Methods Manual, Soil Survey Investigations Rep. 42, version 4.0, USDA-NRCS.
- Danielson, R. E. & Sutherland, P. L., (1986). Porosity, in: *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods*, 2nd Edn., edited by: Klute, A., Agron. Monogr. 9., ASA and SSSA, Madison WI., USA, 443-461.
- Diallo, D., & Mariko, A., (2013). Field capacity (FC) and permanent wilty point (PWP) of clay soils developed on quaternary alluvium in nigerriver loop (Mali). *International Journal of Engineering Science*, 3, 1085-1089.
- Eyüpoğlu, F. (1999). *Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu*. Ankara: Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak Ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- Gulser, C., & Candemir, F. (2012). Changes in penetration resistance of a clay field with organic waste applications. *Eurasian Journal of Soil Science*, 1, 16-21.
- Haynes, R. J., & Naidu, R. (1998). Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions, *A review Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51, 123-137.
- Hossain, M. F., Chen, W., & Zhang, Y. (2015). Bulk density of mineral and organic soils in the Canada's arctic and sub-arctic. *Information Processing in Agriculture*, 2(3-4), 183-190.
- Kacar, B. (2009). *Toprak Analizleri*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Karahan, G., Erşahin, S., & Öztürk, H. S. (2014). Field capacity dynamics affected by soil properties. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 1-9.

- Karaman, M. R., Brohi, A. R., Müftüoğlu, N. M., Öztaş, T., & Zengin, M. (2007). *Sürdürülebilir Toprak Verimliliği*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Klute, A. (1986). Water Retention: Laboratory Methods. In: *Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods*. (Ed: A. Klute) Agr. Monogr.). ASA and SSSA Madison WI, 635-662.
- Moraes, M. T., Debiassi, H., Carlesso, R., Franchini, J. C., da Silva, V. R., & da Luz, F. B. (2016). Soil physical quality on tillage and cropping systems after two decades in the subtropical region of Brazil. *Soil & Tillage Research*, 155, 351–362.
- Mujdeci, M., Isildar, A. A., Uygur, V., Alaboz, P., Unlu, H., & Senol, H. (2017b). Cooperative effects of field traffic and organic matter treatments on some compaction-related soil properties. *Solid Earth*, 8, 189–198.
- Mujdeci, M., Simsek, S., & Uygur, V. (2017a). The effects of organic amendments on soil water retention characteristics under conventional tillage system. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(6), 4075-4081.
- Mujdeci, M., & Uzumcu, E. (2017). The effects of farmyard manure and greenmanure applications on soil aggregation. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(5), 3692-3696.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., & Kaptan, H. (1995). *Toprak Bilimi*. Adana: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayınları.
- Pires, L. F., Borges, J. A. R., Rosab, J. A., Cooper, M., Heckd, R. J., Passonia, S., & Roquee, W. L. (2017). Soil structure changes induced by tillage systems. *Soil & Tillage Research*, 165, 66–79.
- Rowell, D. L. (1996). *Soil Science, Methods and Applications*. U.K: University of Reading, British Library Catalogue in Publication data.
- Sandin, M., Koestel, J., Jarvis, N., & Larsbo, M. (2017). Post-tillage evolution of structural pore space and saturated and near-saturated hydraulic conductivity in a clay loam soil. *Soil & Tillage Research*, 165, 161–168.
- Shi, Y., Lalande, R., Hamel, C., Ziadi, N., Gagnon, B., & Hu, Z. (2013). Seasonal variation of microbial biomass, activity, and community structure in soil under different tillage and phosphorus management practices. *Biology and Fertility of Soils*, 49, 803–818.
- Tadesse, T., Dechassa, N., Bayu, W., & Gebeyehu, S. (2013). Effects of farmyard manure and inorganic fertilizer application on soil physico-chemical properties and nutrient balance in rain-fed lowland rice ecosystem. *American Journal of Plant Sciences*, 4, 309-316.
- Tsadilas, C. D., Mitsios, I. K., & Golia, E. (2005). Influence of biosolids application on some soil physical properties. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36, 709–716.
- Turan, M. A., Katkat, A.V., Özsoy, G., & Taban, S. (2010). Determination of fertility condition and potential nutrition problems of aluvial agriculture soils in Bursa region. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1), 115-130.
- Tümsavaş, Z. (2003). Determination of the fertility levels of the soils of vertisol great soil group by soil analysis in bursa province. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 9-21.
- Üzümcü, E. (2016). *Çiftlik Gübresi ve Yeşil Gübre Uygulamalarının Toprak Agregasyonu Üzerine Etkileri*. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi 34 sayfa, Isparta.
- Xu, X., & Zhang, J. (2004). Effect of sown grass and organism mulching on orchard soil fertility. *Journal of Sichuan Agricultural University*, 22(1), 88–91.
- Yeşilsoy, M. Ş. & Aydın, M. (1993). *Toprak Fiziği*. Adana: Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı: 124.
- Yılmaz, E., & Alagöz, Z. (2008). Organik Madde Toprak Suyu İlişkisi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 1(2), 15-21.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

Çilek Meyve ve Yaprak Mikro Besin Elementlerinin Farklı Sulama Seviyeleri ile Biyo-aktivatör Uygulamasına Tepkileri**

Eser ÇELİKTOPUZ^{*1}, Bülent ÖZEKİCİ²

^{1,2}Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 01330, Adana, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-5355-1717> ²<https://orcid.org/0000-0002-5851-4122>

*Sorumlu yazar e-posta: eceliktopuz@gmail.com

Makale Bilgileri

Geliş: 24.09.2019
Kabul: 12.02.2020
Online Yayınlanma 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.624059

Anahtar kelimeler

Akdeniz bölgesi,
Su stresi,
Yüksek tünel.

Öz: Çalışmada, farklı sulama seviyeleri (IR125, IR100, IR75 ve IR50) ve biyo-aktivatör uygulamasının Rubygem çilek çeşidinin meyve ve yapraklarındaki mikro besin element içerikleri (Fe, Cu, Mn, ve Zn) üzerine etkileri 2015-2016 yetiştirme döneminin aktif hasat döneminde (Mart-Mayıs) incelenmiştir. Çukurova Üniversitesi deneme alanında yürütülen çalışma sonucunda, farklı sulama seviyelerinin yaprakta incelenen tüm mikro besin element içeriklerinde önemli farklılıklar oluşturduğu belirlenirken, meyvelerde sadece Fe ve Zn içeriklerinde önemli değişikliklere neden olduğu saptanmıştır. IR50 uygulamasının yaprak Fe, meyve Fe ve Zn içeriklerinde en yüksek önem grubunda yer alması dikkat çekerken, IR75 uygulamasının hem meyve hem de yaprak analiz sonuçlarına göre Zn, Cu ve Mn içeriklerinde IR100 ile aynı önem grubunda yer aldığı saptanmıştır. Denemede biyo-aktivatör uygulamalarının hem yaprakların hem de meyvelerin Zn, Cu ve Fe içeriklerini önemli oranda arttırdığı belirlenmiştir. Bu nedenle biyo-aktivatör uygulamasının çilek yetiştiriciliği için önemli bir strateji olabileceği, aynı zamanda %25 düzeyinde kısımlı sulamanın su sıkıntısı yaşanan bölgelerde tam sulamaya alternatif bir yöntem olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

The Reactions of Strawberry Fruit and Leaf Micronutrients under Different Irrigation Levels and Bio-activator Application

Article Info

Received: 24.09.2019
Accepted: 12.02.2020
Online Published 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.624059

Keywords

Mediterranean region,
Water stress,
High tunnel.

Abstract: In this study, the effects of different irrigation levels (IR125, IR100, IR75 and IR50) and bio-activator application on micronutrient (Fe, Cu, Mn and Zn) concentrations of fruits and leaves of cultivar Rubygem were investigated during the active harvest period of 2015-2016. As a result of the study, which carried out in Çukurova University trial area, it was determined that different irrigation levels caused significant differences in all micronutrient element concentrations examined in leaves, although it caused significant changes only in Fe and Zn concentrations in fruits. IR50 application was found to be in the highest importance group in leaf Fe, fruit Fe and Zn concentrations, while IR75 application was found to be in the same importance group with IR100 for Zn, Cu and Mn concentrations according to both fruit and leaf analysis results. In the experiment, it was determined that bio-activator applications significantly increased Zn, Cu and Fe concentrations of both leaves and fruits. Therefore, it is thought that bio-activator application can be an important strategy for strawberry cultivation and at the same time, 25% restricted irrigation can be considered as an alternative method to full irrigation in water shortage areas.

1. Giriş

Üzümzü meyveler içerisindeki en önemli yeri çilek tutmaktadır (Sarıdaş, 2013). Hoş kokulu, çok lezzetli olması ile tanınan bir meyve türü olan çilek taze tüketilmesinin yanında, pastası, dondurması, şarabı, likörü, reçeli ve marmeladının yapılması nedeni ile sanayiye de oldukça elverişlidir. A, B, C ve E vitaminleri ile fosfor (P), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) gibi besin elementlerini de önemli miktarda içermektedir. Ek olarak, çilek taze meyve bulmakta zorlanılan dönemlerde yetiştirildiği ve cazibeli meyve olmasından dolayı dünyada ve ülkemizde çilek yetiştiriciliğine olan ilgi giderek artmaktadır. Nitekim Türkiye çilek üretimi, bir önceki yıla göre 2018 yılında, yaklaşık %10.2 artış göstererek tarihinin en yüksek üretim seviyesine ulaşmıştır. Ayrıca, 440 968 ton çilek üretimi ile Avrupa'nın lideri konumundadır (TUIK, 2019).

Çilek geniş yaprak alanına, sığ kök sistemine sahip olmakla birlikte meyvelerinin içerisinde önemli miktarda su barındırmaktadır. Ayrıca, hasada kadar olan dönemde suya karşı çok hassas oldukları belirlenmiştir (Klamkowski ve Treder, 2006; Çeliktöpez ve ark., 2018). Çilek yetiştiriciliğinde başarı; uygun toprak ve iklim şartlarının oluşturulması (Seferoğlu ve Kaptan, 2010; Geçer ve Yılmaz, 2011) ile yüksek su kullanım etkinliğinin elde edilmesine bağlıdır. Ancak, Akdeniz bölgesi yetiştiricilerinin özellikle sulama suyu miktarını ve zamanını belirlerken hava durumu ve bitki özelliklerini dikkate alarak karar verdikleri ve aşırı ya da yetersiz miktarda sulama suyu uygulayarak su kullanım etkinliğini düşürdükleri görülmüştür (Çeliktöpez, 2019). Özellikle aşırı sulama uygulanması sonucunda, killi ve siltli topraklarda mantari hastalıklar ile kloroz (Fe'nin toprakta alınmaz forma geçmesi nedeniyle), kumlu topraklarda ise P, Magnezyum (Mg), ve Ca'un yıkanması ile meyve verim ve kalitesinde önemli kayıplara yol açmaktadır. Ek olarak, yüksek toprak su içeriğine uyum sağlayamayan ürünlerin gelişimi ve veriminin azaldığı belirlenmiştir (Boukar ve ark., 1996).

Su stresi, Akdeniz bölgesindeki bitkilerin gelişmesini, meyve kalitesini, ekonomik gelirini ve sürdürülebilir verimliliğini (Ghaderi ve ark., 2015) olumsuz etkileyen en önemli çevresel streslerin başında gelmektedir. Küresel ısınma ile birlikte, ortalama sıcaklıkların önümüzdeki on yıl içerisinde daha da artması beklenmektedir (European Environment Agency, 2004; Grant ve ark., 2012) ve bunun sonucunda sulama suyuna olan talep de artacaktır (Feng ve Fu, 2013; Çeliktöpez ve ark., 2018). Tüm bu nedenlerden dolayı son yıllarda sulama çalışmaları büyük önem kazanmasına ve su stresinin niceliksel olarak belirlenmesinin kolay olmasına (Ekinci ve Başbağ, 2019) rağmen, çilek için en uygun sulama suyu miktarının belirlenmesi konusunda az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Tarımsal araştırmalardaki güncel zorluklardan biri abiyotik ve biyotik streslerle ekonomik ve aynı zamanda çevre dostu sürdürülebilir yaklaşımlarla nasıl başa çıkılabileceğidir. Özellikle su stresi gibi abiyotik bir strese karşı (Spinelli, 2010) verimi ve kaliteyi artırıcı biyo-aktivatörler gibi tarım için yeni uygulamalar denemek son zamanlarda oldukça popülerdir. Nitekim biyo-aktivatörler, bilimsel topluluklar tarafından tarımsal üretim malzemesi olarak kabul edilmiştir (Bulgari, 2015). Biyo-aktivatörler içeriklerinde mikro ve makro elementleri, bitki gelişimini artırıcı maddeler, amino asitler ve vitaminleri bulundururlar (Khan ve ark., 2009; Sharma ve ark., 2014). Benzer olarak, Kunichi (2010) ve Bulgari (2015) biyo-aktivatörlerin besin elementi yararışlılığını arttırdığını, bitki gelişimini hızlandırdığını ve kullanılan gübre miktarını azalttığını bildirmişlerdir. Ek olarak, Battacharyya ve ark. (2015) biyo-aktivatörlerin çok düşük oranlarda bile kullanıldığında bitki besin elementi içeriklerini arttırdığını bildirmişlerdir. Geçer ve Yılmaz (2011) biyo-aktivatör kullanımının Van ili iklim şartlarında Camarosa ve Selva çilek çeşitleri üzerinde azot (N) ve bakır (Cu) üzerine olumlu etki yaptıklarını, Alam ve ark., (2013) ise çilekte verim ve kaliteyi arttırdığını belirtmişlerdir.

Çileklerin besin elementi içeriklerini iklim şartları, meyve gelişme durumu, fertigasyon programları, çeşitler (Sarıdaş, 2013), toprakların fiziksel ve kimyasal yapıları ile sulama yönetimi etkilemektedir (Çeliktöpez, 2019). Ortamdaki su miktarı ve toprak yapısı ile birlikte besin elementlerinin alınabilir durumda olması elementlerin topraktan bitki bünyesine doğru hareketlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, saçak kök yapısına sahip olan bitkilerin besin element alımlarının daha iyi olduğu bilinmekle birlikte toprak-su ilişkilerinin besin elementlerinin çözünürlüğü ve bulunabilirliği ile ilgili tüm fizyolojik süreçleri etkilediği belirlenmiştir (Pessarakli, 1999). Bitkilerde, su ve besin elementi taşıma sisteminde meydana gelebilecek herhangi bir aksaklık, fertigasyon uygulamalarına devam edilmesi durumunda bile, gerekli miktarda besin maddesinin alınmasını engelleyebilir. Ayrıca, bilinçsizce ve aşırı uygulanan fertigasyon programları bitkide, toprakta ve yer altı sularında telafisi olmayan sorunlara yol açmakta ve toprakta antagonist ilişkilere de

neden olarak elementlerin alımını zorlaştırmaktadır (İnal ve ark., 1999). Toprakta az ya da çok su olması durumunda meydana gelen su streslerinin besin elementi taşıma sistemi üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak ve su streslerinin (az ya da çok) neden olduğu zararlar ile buna bağlı olarak besin elementi eksikliklerini en aza indirebilecek çalışmalar tasarlamak tarımın geleceği açısından önemlidir. Ayrıca, bitkiler fiziksel açıdan mikro besinlere, makro besinlere göre daha az ihtiyaç duymasına rağmen, mikro besin elementlerinin önemi günden güne daha fazla anlaşılmaktadır. Çünkü çok sayıda mikro besin elementinin stres koşulları altında bile bazı enzimleri teşvik ettiği ve bitki metabolizmasını düzenlemeye yardımcı olduğu düşünülmektedir (Grewal ve Williams, 2000).

Kısaca, dünya nüfusunun hızla artması, iklim değişikliği ve su kaynaklarının azalması ile birlikte düşünüldüğünde artan insan nüfusunu beslemek için yüksek verim ve kalite elde edilmesi konusunda hükümetler üzerindeki baskı artmaktadır. Ayrıca, dünyadaki toprakların yarısı mikro besin elementlerince yetersizdir ve daha yüksek verim elde edilmesi isteniyorsa mikro besin elementlerinin daha fazla takip edilmesi gerekmektedir (Baligar ve ark., 2001). Ancak, farklı sulama suyu seviyelerinin çileklerin, başlıca meyvelerde olmak üzere, mikro besin elementi içerikleri üzerine etkilerini konu alan çok az sayıda çalışma mevcuttur. Bu nedenle, araştırmada dört farklı sulama seviyesi ve biyo-aktivatör uygulamasının Rubygem çilek çeşidinin mikro besin elementi içerikleri (yaprak ve meyve) üzerine etkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Deneme, 2015-2016 yetiştirme dönemi içerisinde Ç.Ü Ziraat Fakültesi arazilerinde bulunan İspanyol tipi yüksek tüneller içerisinde yürütülmüştür. Deneme alanına ait topraklar analiz edilmiş ve tarla kapasitesinin 34 g/g, solma noktasının ise 18 g/g olduğu belirlenirken, toprakların killi tınlı yapıda olduğu ve tuzluluk yönünden sıkıntısının olmadığı saptanmıştır. Çilek fideleri sıra araları 40 cm, sıra üzerileri karşılıklı gelmeyecek şekilde çift taraflı üçgen formatında 30 cm olarak 10 Kasım 2015 tarihinde dikilmiştir. Çalışmamızda 16 mm çapında, 2.7 lt/sa debili polietilen, damla sulama boruları (sulama ve gübreleme için kullanılmıştır) hazırlanan seddelerin ortasına gelecek şekilde yerleştirilmiş ve daha sonra gri renkli malçla seddelerin üzeri örtülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak Türkiye’de ve Dünya’da önemli güncel bir çeşit olan Rubygem kullanılmıştır. Çalışmada gübreleme bir değişken olmayıp, deneme başından sonuna kadar bütün konulara eşit miktarda uygulanmıştır. Deneme boyunca uygulanan gübreleme programı Çizelge 1’de gösterilmiştir. Ayrıca, tüm konulara üç yapraklı olana kadar aynı miktarda su uygulanmıştır (60 mm). Daha sonra, farklı sulama seviyesi uygulamalarına geçilerek, deneme sonuna kadar uygulanan sulama suyu miktarları hesaplanmış ve farklı sulama seviyelerinin etkileri incelenmiştir.

Araştırmada dört farklı sulama seviyesi uygulanmıştır. Bunlar bitkinin ihtiyacının tamamının verildiği tam sulama uygulaması (IR100), tam sulamanın %125’nin verildiği uygulama (IR125), %75’inin verildiği (IR75) ve yarısının verildiği (IR50) uygulamalardır. Ek olarak, biyo-aktivatör uygulamaları biyo-aktivatörlü (C) ve biyo-aktivatörsüz (kontrol) olarak iki seviyede denemeye alınmıştır. Biyo-aktivatör olarak tamamen doğal, toksik olmayan, bitki büyümesini teşvik eden, yabancı bitkilerden üretilen organik sertifikalı (BCS Öko-Garantie GMBH, Nürnberg/Almanya tarafından onaylı) ticari bir bitki özü çeşidi kullanılmıştır. Bu biyo-aktivatörün içeriği 250 ppm gibberellik asit, %1.5 K₂O, %18 alginik asit ve %67 organik asitten oluşmaktadır. Biyo-aktivatörün etkilerinin belirlenmesi amacıyla bitkilere ilk çiçeklenmeden itibaren toplam dört kez (üç haftada bir olmak üzere) 20 g/dekar uygulama yapılmıştır. Kontrol olarak adlandırılan konulara ise uygulama yapılmamış ve konular arasındaki farklar değerlendirmeye alınmıştır. Sulamalar, farklı su seviyelerine geçilmesinden sonra üç günde bir uygulanmıştır.

Deneme sonunda IR50, IR75, IR100 ve IR125 uygulamalarına toplamda sırasıyla 203 mm, 274 mm, 345 mm ve 417 mm sulama suyu uygulanmıştır. Sulama miktarlarının hesaplanmasında, yüksek tünelin ortasına yerleştirilen, A-sınıfı buharlaşma kabından hesaplanan buharlaşma değerlerinin de kullanıldığı Eşitlik 1’den yararlanılmıştır. Eşitliğe göre, n: uygulama alanındaki damlatıcı sayısı (adet), q: damlatıcı debisi (lt/sa), Kcp: bitki pan katsayıları (0.5, 0.75, 1 ve 1.25), P: bitki örtü yüzdesi (%), Eo: A-sınıfı buharlaşma kabından ölçülen ardışık iki değer arasındaki fark (mm), A: sulanacak alan (m²) ve t: sulama sisteminin çalışma süresi (saat).

$$t = (A \times Eo \times P \times Kcp) / q \times n \quad (IR100 \text{ hesabı}) \quad (1)$$

Farklı sulama suyu ve biyo-aktivatör uygulamalarının aktif hasat dönemindeki aylarda (Mart, Nisan ve Mayıs) meyve ve yapraklardaki mikro besin elementleri içerikleri üzerine yaptıkları değışiklikleri tespit etmek amacıyla birçok işlem gerçekleştirilmiştir. Mart, Nisan ve Mayıs aylarını temsil edecek şekilde üç yinelemeli olarak meyve ve yaprak örnekleri alınmıştır. Meyve (hasat edecek olgunluğa sahip) ve yaprak örnekleri 10-15 bitkiden rastgele seçilerek toplandıktan sonra laboratuvarında önce Hidroklorik asitle (HCL) seyreltilmiş %0.1'lik sudan daha sonrada 2 tekrarlamalı saf sudan geçirilerek temizlenmiştir. Daha sonra yapraklar ve meyveler (birkaç parçaya bölünüp) etüvde 65°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir (Tagliavini ve ark., 2004). Kurumuş olan meyve ve yaprak örnekleri öğütülüp (agat değirmeninde), 0.2 g tartılarak (kuru yakma metoduna göre) cam krozelerde 550°C'de kül fırınında yakılmıştır. Yakılan örneklerin üzerine saf su (18 ml) ve 2 ml 1/3'lük HCL eklenmiş ve mavi bant filtre kağıdında süzdürülerek analiz için hazır hale getirilmiştir. Analize hazır olan örneklerde çinko (Zn), Fe, Mangan (Mn) ve Cu okumaları için atomik absorpsiyon spektrofotometre (Perkin-Elmer) cihazından yararlanılmıştır (AOAC, 1990).

Çizelge 1. Denemede uygulanan fertigasyon programı

| Uygulama Tarihi | Gübrelerin içerikleri | Miktarı |
|-----------------|--|--------------|
| 15.12.2015 | Fosfat (%60) | 700 g/dekar |
| 22.12.2015 | Demir (%9) | 0.4 L/100 L |
| 01.01.2016 | Humik ve pulvik asit (%22), Organik madde (%12), Potasyum oksit (%3) | 1 L/dekar |
| 10.01.2016 | Demir (%9) | 0.4 L/ 100 L |
| 28.01.2016 | Humik ve pulvik asit (%22), Organik madde (%12), Potasyum oksit (%3) | 1 L/dekar |
| 28.01.2016 | Potasyum (%30), Azot (%3) | 700 g/dekar |
| 08.02.2016 | Humik ve pulvik asit (%22), Organik madde (%12), Potasyum oksit (%3) | 1 L/dekar |
| 08.02.2016 | Kodefol 710 (11-6-44+ME) | 800 g/dekar |
| 19.02.2016 | (8So ₃) +18+18+18 + TE + (3 MgO) | 2 kg/dekar |
| 23.02.2016 | Potasyum (%30), Azot (%3) | 700 g/dekar |
| 01.03.2016 | Mikro (%1.5 Cu, %3.5 Mn, %0.4 B, %4 Fe, %4.0 Zn) | 700 g/dekar |
| 11.03.2016 | Potasyum (%34), Fosfor (%51) | 2 kg/dekar |
| 25.03.2016 | (8So ₃) +18+18+18 + TE + (3 MgO) | 2 kg/dekar |
| 25.03.2016 | Humik ve pulvik asit (%22), Organik madde (%12), Potasyum oksit (%3) | 2 L/dekar |
| 04.04.2016 | Crop Master (% 0.03 Aminoasit, %0.01 alginik asit, %5 organik madde, giberallin75 ppm) | 0.7 L/dekar |
| 18.04.2016 | Potasyum (%34), Fosfor (%51) | 2 kg/dekar |
| 27.04.2016 | Bor (%21) | 250 g/dekar |
| 27.04.2016 | Demir (%9) | 2 kg/dekar |
| 06.05.2016 | Mikro (%1.5 Cu, %4 Fe, %3.5 Mn, %0.4 B, %4.0 Zn) | 700 g/dekar |
| 06.05.2016 | Fosfat (%60) | 350 g/dekar |
| 13.05.2016 | Ca(NO ₃) ₂ | 1 L/dekar |
| 16.05.2016 | Potasyum (%30), Azot (%3) | 700 g/dekar |
| 16.05.2016 | Mikro (%2.72 Mn, %2.72 Zn ve %2.72 Fe) | 700 g/dekar |
| 24.05.2016 | Potasyum (%30), Azot (%3) | 700 g/dekar |
| 24.05.2016 | Bor (%21) | 150 g/dekar |

Deneme 4 x 2 faktöriyel düzende (sulama seviyesi x biyo-aktivatör uygulaması) üç yinelemeli olarak (ardışık üç ay) bölünmüş parseller deneme desenine göre toplamda 24 parselde yürütülmüştür. Biyo-aktivatör uygulamaları ana parselleri oluştururken, sulama seviyeleri ise alt parselleri oluşturmuştur. Çalışmadaki verilere JMP programında varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki farklar LSD testine göre gruplandırılmıştır.

3. Bulgular

Çalışmada farklı sulama seviyelerinin hem yaprakta hem de meyvedeki besin elementi içeriği üzerine etkileri incelenerek, alt başlıklar halinde verilmiştir.

3.1. Yaprak mikro element içerikleri

Çalışmada sulama seviyeleri açısından en yüksek yaprak Fe içeriği 76.5 ppm ile IR50 uygulamasından, en düşük içeriği IR 125 uygulamasından 65.0 ppm ile elde edilmiş olup sulama seviyeleri arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$). Sulama x uygulama x ay etkileşiminden elde edilen en yüksek Fe içeriği RC50 (Rubygem x biyo-aktivatörlü x IR50) konusundan (101.0 ppm) Nisan ayı içerisinde hasat edilen yapraklardan elde edilirken, en düşük içerik Mayıs ayı içerisinde hasat edilen R100 (Rubygem x kontrol x IR100) konusundan (53 ppm) elde edilmiştir. Ancak, meydana gelen bu farklar anlamlı bulunmamıştır. Aylara göre incelendiğinde en yüksek yaprak Fe içeriğine Nisan ayında ulaşılmıştır. Aylar arasında meydana gelen farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$).

Çalışmada sulama seviyeleri açısından en yüksek yaprak Cu içeriği 5.14 ppm ile IR75 uygulamasından, en düşük yaprak Cu içeriği 4.30 ppm ile IR50 uygulamasından elde edilmiştir. Sulama seviyeleri arasında meydana gelen farklar anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$). Sulama x uygulama x ay etkileşiminden elde edilen en yüksek Cu içeriği RC100 konusundan (7.00 ppm) Mart ayı içerisinde hasat edilen yapraklardan elde edilirken, konular arasındaki farkların anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Aylara göre incelendiğinde en yüksek yaprak Cu içeriğine Mart ayında ulaşılmış olup, aylar arasında meydana gelen farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$).

Çalışmada sulama seviyeleri açısından en yüksek yaprak Mn içeriği 283 ppm ile IR100, en düşük yaprak Mn içeriği 222 ppm ile IR50 uygulamasından elde edilmiş olup, sulama seviyeleri arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$). Sulama x uygulama x ay etkileşiminden elde edilen en yüksek Mn içeriği Mart ayında RC75 uygulamasından 338 ppm ile elde edilmiştir. Ancak, bu etkileşimden oluşan farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Aylara göre incelendiğinde en yüksek yaprak Mn içeriği Mart ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiş olup, aylar arasında meydana gelen farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$).

Çalışmada sulama seviyeleri açısından en yüksek yaprak Zn içeriği 16.6 ppm ile IR100, en düşük yaprak Zn içeriği 14.8 ppm ile IR125 uygulamasından elde edilmiş olup, sulama seviyeleri arasındaki farklar anlamlı önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Sulama x uygulama x ay etkileşiminden elde edilen en yüksek Zn içeriği Mart ayında RC100 uygulamasından hasat edilen yapraklardan 19.9 ppm ile elde edilmiştir. Ancak, bu etkileşimden kaynaklanan farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Aylara göre incelendiğinde en yüksek yaprak Zn içeriği Mart ayında hasat edilen yapraklardan elde edilmiş olup, aylar arasında meydana gelen farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$).

Biyo-aktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen yaprakların, kontrol bitkilerinden hasat edilen yapraklara kıyasla ortalama 3.2 ppm daha yüksek Fe, 0.40 ppm daha yüksek Cu, 5.0 ppm daha yüksek Mn ve 0.50 ppm daha yüksek Zn içeriklerine sahip oldukları belirlenmiştir. Biyo-aktivatör uygulamalarının, kontrol konularına kıyasla oluşturduğu bu farklar incelendiğinde, Mn hariç diğer incelenen elementler için istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır.

3.2. Meyve mikro element içerikleri

Çalışmada sulama seviyeleri açısından en yüksek meyve Fe içeriği 47.6 ppm ile IR50 uygulamasından, en düşük meyve Fe içeriği IR 125 uygulamasından 36.9 ppm ile elde edilmiş olup sulama seviyeleri arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$). Sulama x uygulama x ay etkileşiminden elde edilen en yüksek Fe içeriği RC50 konusundan (52.8 ppm) Nisan ayı içerisinde hasat edilen meyvelerden elde edilirken, en düşük içerik değeri Mayıs ayı içerisinde hasat edilen R125 konusundan (34.6 ppm) elde edilmiştir. Ancak, meydana gelen bu farkların anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Aylara göre incelendiğinde en yüksek meyve Fe içeriğine Nisan ayında ulaşılmış olup, aylar arasında meydana gelen farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$).

Çalışmada sulama seviyeleri açısından en yüksek meyve Cu içeriği 2.61 ppm ile IR125 uygulamasından, en düşük meyve Cu içeriği 2.46 ppm ile IR50 uygulamasından elde edilmiştir. Sulama seviyeleri arasındaki farkların anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Sulama x uygulama x ay etkileşiminden elde edilen en yüksek meyve Cu içeriği RC100 konusundan (2.91 ppm) Mart ayı içerisinde hasat edilen meyvelerden elde edilirken, konular arasındaki farklar anlamlı bulunmamıştır. Aylara göre incelendiğinde en yüksek meyve Cu içeriğine Mart ayında ulaşılmış olup, aylar arasında meydana gelen farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 2. Farklı sulama suyu miktarları ile biyo-aktivatör uygulamalarının çilek yapraklarının mikro besin element içerikleri üzerine etkileri.

| | Sulama | Uygulama | Mart | Nisan | Mayıs | Sul X Uyg | Sulama Ort. | |
|------------|------------------|---------------------|-------------------|---------|-------------------------|----------------------|-------------|--|
| Fe (mg/kg) | IR50 | Kontrol | 62.3 | 99.7 | 62.6 | 74.9 | 76.5 a | |
| | | Biyo-aktivatör | 67.6 | 101.0 | 65.9 | 78.2 | | |
| | IR75 | Kontrol | 59.1 | 91.7 | 59.6 | 70.1 | 71.6 b | |
| | | Biyo-aktivatör | 64.4 | 94.2 | 60.4 | 73.0 | | |
| | IR100 | Kontrol | 58.1 | 90.2 | 57.2 | 68.5 | 70.0 b | |
| | | Biyo-aktivatör | 62.6 | 92.7 | 59.4 | 71.5 | | |
| | IR125 | Kontrol | 55.1 | 81.4 | 53.0 | 63.2 | 65.0 c | |
| | | Biyo-aktivatör | 61.3 | 83.9 | 55.4 | 66.9 | | |
| | | Ay Ortalaması | | 61.3 b | 91.9 a | 59.2 c | | |
| | | Uygulama Ortalaması | | Kontrol | | | 69.2 B | |
| | | | Biyo-aktivatör | | | 72.4 A | | |
| | LSD ay*** = 2.00 | | LSD uyg*** = 1.64 | | LSD sul*** = 2.31 | LSD sul x ay* = 4.01 | | |
| | Sulama | Uygulama | Mart | Nisan | Mayıs | Sul X Uyg | Sulama Ort. | |
| Cu (mg/kg) | IR50 | Kontrol | 5.42 | 3.39 | 3.66 | 4.15 | 4.30 b | |
| | | Biyo-aktivatör | 5.52 | 3.95 | 3.86 | 4.44 | | |
| | IR75 | Kontrol | 6.24 | 4.28 | 4.29 | 4.94 | 5.14 a | |
| | | Biyo-aktivatör | 6.94 | 4.50 | 4.61 | 5.35 | | |
| | IR100 | Kontrol | 6.05 | 4.02 | 4.40 | 4.82 | 4.99 a | |
| | | Biyo-aktivatör | 7.00 | 4.36 | 4.11 | 5.16 | | |
| | IR125 | Kontrol | 5.69 | 3.90 | 4.32 | 4.64 | 4.92 a | |
| | | Biyo-aktivatör | 6.68 | 4.29 | 4.61 | 5.19 | | |
| | | Ay Ortalaması | | 6.19 a | 4.09 b | 4.23 b | | |
| | | Uygulama Ortalaması | | Kontrol | | | 4.64 B | |
| | | | Biyo-aktivatör | | | 5.04 A | | |
| | LSD ay*** = 0.36 | | LSD sul*** = 0.42 | | | LSD uyg*** = 0.38 | | |
| | Sulama | Uygulama | Mart | Nisan | Mayıs | Sul X Uyg | Sulama Ort. | |
| Mn (mg/kg) | IR50 | Kontrol | 274 | 194 | 185 | 218 | 222 c | |
| | | Biyo-aktivatör | 287 | 203 | 188 | 226 | | |
| | IR75 | Kontrol | 330 | 261 | 225 | 272 | 275 a | |
| | | Biyo-aktivatör | 338 | 263 | 233 | 278 | | |
| | IR100 | Kontrol | 322 | 257 | 263 | 281 | 283 a | |
| | | Biyo-aktivatör | 324 | 260 | 274 | 286 | | |
| | IR125 | Kontrol | 312 | 226 | 228 | 255 | 257 b | |
| | | Biyo-aktivatör | 323 | 219 | 232 | 258 | | |
| | | Ay Ortalaması | | 314 a | 236 b | 229 b | | |
| | | Uygulama Ortalaması | | Kontrol | | | 257 | |
| | | | Biyo-aktivatör | | | 262 | | |
| | LSD ay*** = 7.10 | | LSD sul*** = 8.19 | | LSD sul x ay*** = 14.19 | | | |
| | Sulama | Uygulama | Mart | Nisan | Mayıs | Sul X Uyg | Sulama Ort. | |
| Zn (mg/kg) | IR50 | Kontrol | 16.9 | 14.3 | 12.1 | 14.5 | 15.6 b | |
| | | Biyo-aktivatör | 17.5 | 14.5 | 13.2 | 15.1 | | |
| | IR75 | Kontrol | 19.3 | 14.9 | 13.9 | 16.0 | 16.4 a | |
| | | Biyo-aktivatör | 19.7 | 15.2 | 15.3 | 16.7 | | |
| | IR100 | Kontrol | 19.7 | 15.1 | 14.8 | 16.5 | 16.6 a | |
| | | Biyo-aktivatör | 19.9 | 15.2 | 15.1 | 16.7 | | |
| | IR125 | Kontrol | 17.2 | 14.9 | 13.7 | 15.3 | 14.8 c | |
| | | Biyo-aktivatör | 18.0 | 15.1 | 14.7 | 15.9 | | |
| | | Ay Ortalaması | | 18.5 a | 14.9 b | 14.1 c | | |
| | | Uygulama Ortalaması | | Kontrol | | | 15.6 B | |
| | | | Biyo-aktivatör | | | 16.1 A | | |
| | LSD ay*** = 0.62 | | LSD uyg* = 0.51 | | LSD sul*** = 0.72 | | | |

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. 2) ***p<0.01, *p<0.05

Çalışmada sulama seviyeleri açısından en yüksek meyve Mn içeriği 45.7 ppm ile IR50, en düşük meyve Mn içeriği 42.8 ppm ile IR125 uygulamasından elde edilmiş olup, sulama seviyeleri arasında meydana gelen farklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Sulama x uygulama x ay etkileşiminden elde edilen en yüksek meyve Mn içeriği Mart ayında RC50 uygulamasından 55.5 ppm ile elde edilmiştir.

Ancak, bu etkileşimden oluşan farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Aylara göre incelendiğinde en yüksek meyve Mn içeriği Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiş olup, aylar arasında meydana gelen farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$).

Çizelge 3. Farklı sulama suyu miktarları ile biyo-aktivatör uygulamalarının çilek meyvelerinin mikro besin element içerikleri üzerine etkileri.

| | | Sulama | Uygulama | Mart | Nisan | Mayıs | Sul X Uyg | Sulama Ort. |
|------------|---------------------|------------------|----------------|-------------------|---------|--------|----------------------|-------------|
| Fe (mg/kg) | IR50 | | Kontrol | 42.3 | 48.0 | 42.3 | 45.4 | 47.6 a |
| | | | Biyo-aktivatör | 49.9 | 52.8 | 46.4 | 49.7 | |
| | IR75 | | Kontrol | 42.1 | 45.9 | 40.1 | 42.7 | 44.3 b |
| | | | Biyo-aktivatör | 45.7 | 48.0 | 43.9 | 45.9 | |
| | IR100 | | Kontrol | 38.2 | 40.1 | 36.2 | 38.2 | 39.0 c |
| | | | Biyo-aktivatör | 39.3 | 42.3 | 37.8 | 39.8 | |
| | IR125 | | Kontrol | 36.5 | 36.3 | 34.6 | 35.8 | 36.9 c |
| | | | Biyo-aktivatör | 38.5 | 39.1 | 36.7 | 38.1 | |
| | Ay Ortalaması | | | 42.0 b | 44.1 a | 39.7 c | | |
| | Uygulama Ortalaması | | | | Kontrol | | | 40.5 B |
| | | | | Biyo-aktivatör | | | 43.4 A | |
| | | LSD ay*** = 2.05 | | LSD uyg*** = 1.68 | | | LSD sul*** = 2.37 | |
| | | | | | | | | |
| | | Sulama | Uygulama | Mart | Nisan | Mayıs | Sul X Uyg | Sulama Ort. |
| Cu (mg/kg) | IR50 | | Kontrol | 2.60 | 2.33 | 2.41 | 2.45 | 2.46 |
| | | | Biyo-aktivatör | 2.65 | 2.35 | 2.44 | 2.48 | |
| | IR75 | | Kontrol | 2.63 | 2.35 | 2.39 | 2.46 | 2.54 |
| | | | Biyo-aktivatör | 2.80 | 2.48 | 2.57 | 2.62 | |
| | IR100 | | Kontrol | 2.59 | 2.27 | 2.60 | 2.49 | 2.59 |
| | | | Biyo-aktivatör | 2.91 | 2.45 | 2.73 | 2.70 | |
| | IR125 | | Kontrol | 2.60 | 2.30 | 2.64 | 2.52 | 2.61 |
| | | | Biyo-aktivatör | 2.95 | 2.43 | 2.71 | 2.69 | |
| | Ay Ortalaması | | | 2.72 a | 2.37 c | 2.56 b | | |
| | Uygulama Ortalaması | | | | Kontrol | | | 2.48 B |
| | | | | Biyo-aktivatör | | | 2.62 A | |
| | | LSD ay*** = 0.14 | | | | | LSD uyg* = 0.11 | |
| | | | | | | | | |
| | | Sulama | Uygulama | Mart | Nisan | Mayıs | Sul X Uyg | Sulama Ort. |
| Mn (mg/kg) | IR50 | | Kontrol | 53.6 | 44.1 | 36.3 | 44.7 | 45.7 |
| | | | Biyo-aktivatör | 55.5 | 46.1 | 38.4 | 46.7 | |
| | IR75 | | Kontrol | 47.1 | 44.6 | 35.1 | 42.2 | 43.3 |
| | | | Biyo-aktivatör | 52.7 | 41.9 | 38.3 | 44.3 | |
| | IR100 | | Kontrol | 52.4 | 45.8 | 35.9 | 44.7 | 43.8 |
| | | | Biyo-aktivatör | 50.4 | 40.8 | 37.7 | 42.9 | |
| | IR125 | | Kontrol | 49.5 | 44.2 | 35.3 | 43.0 | 42.8 |
| | | | Biyo-aktivatör | 51.2 | 41.0 | 35.4 | 42.5 | |
| | Ay Ortalaması | | | 51.6 a | 43.6 b | 36.6 c | | |
| | Uygulama Ortalaması | | | | Kontrol | | | 43.7 |
| | | | | Biyo-aktivatör | | | 44.1 | |
| | | | | LSD ay*** = 1.99 | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | Sulama | Uygulama | Mart | Nisan | Mayıs | Sul X Uyg | Sulama Ort. |
| Zn (mg/kg) | IR50 | | Kontrol | 9.09 | 6.15 | 5.72 | 6.99 | 7.93 a |
| | | | Biyo-aktivatör | 10.3 | 8.60 | 7.75 | 8.88 | |
| | IR75 | | Kontrol | 8.94 | 5.89 | 5.02 | 6.62 | 6.84 b |
| | | | Biyo-aktivatör | 8.25 | 5.48 | 7.43 | 7.04 | |
| | IR100 | | Kontrol | 8.52 | 6.03 | 5.21 | 6.59 | 6.82 b |
| | | | Biyo-aktivatör | 8.07 | 5.61 | 7.47 | 7.05 | |
| | IR125 | | Kontrol | 8.06 | 5.89 | 5.00 | 6.31 | 6.30 b |
| | | | Biyo-aktivatör | 7.77 | 5.57 | 5.53 | 6.29 | |
| | Ay Ortalaması | | | 8.62 a | 6.15 b | 6.14 b | | |
| | Uygulama Ortalaması | | | | Kontrol | | | 6.63 B |
| | | | | Biyo-aktivatör | | | 7.32 A | |
| | | LSD ay*** = 0.74 | | LSD uyg* = 0.60 | | | LSD sul*** = 0.85 | |
| | | | | | | | LSD uyg x ay* = 1.04 | |

1) Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. 2) *** $p<0.01$, * $p<0.05$

Çalışmada sulama seviyeleri açısından en yüksek meyve Zn içeriği 7.93 ppm ile IR50, en düşük meyve Zn içeriği 6.30 ppm ile IR125 uygulamasından elde edilmiş olup, sulama seviyeleri arasındaki farkların anlamlı olduğu saptanmıştır ($p<0.01$). Sulama x uygulama x ay etkileşiminden elde edilen en yüksek meyve Zn içeriği Mart ayında RC50 uygulamasından hasat edilen meyvelerden 10.3 ppm ile elde edilmiştir. Ancak, bu etkileşimden kaynaklanan farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Aylara göre incelendiğinde en yüksek meyve Zn içeriği Mart ayında hasat edilen meyvelerden elde edilmiş olup, aylar arasında meydana gelen farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$).

Biyo-aktivatör uygulanan bitkilerden hasat edilen meyvelerin, kontrol bitkilerinden hasat edilen meyvelere göre ortalama 2.9 ppm daha yüksek Fe, 0.14 ppm daha yüksek Cu, 0.4 ppm daha yüksek Mn ve 0.69 ppm daha yüksek Zn içeriklerine sahip oldukları belirlenmiştir. Biyo-aktivatör uygulamalarının, kontrol konularına kıyasla oluşturduğu bu farklar incelendiğinde, Mn hariç diğer elementler için istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

İstenilen ürün miktarı ve kalitesine ulaşabilmek için uygulanacak en uygun sulama miktarının ve besin element ihtiyacının belirlenmesi şarttır. Çünkü hem sulama miktarının hem de besin elementlerinin eksiklikleri ya da fazlalıklarında meyve kalite ve veriminde ciddi düşüşler meydana gelebilmektedir. Özellikle besin elementi ihtiyacını anlayabilmek ve ihtiyacı kadar besin elementini takviye etmek için en doğru yöntem ise yaprak ve meyvelerde yapılan analizlerdir. Yapraklarla ilgili çok az sayıda kaynak olsa da, meyve besin elementi analizleri üzerine yapılan çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Hasat edilen yaprakların Fe içerikleri genel olarak 53 ppm – 101 ppm arasında değişmiştir. Elde edilen bu değerler Mills ve Jones (1996) ile Jones ve ark. (1991)'nin bildirdiği yeterlilik sınır değerleri içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca, May ve Pritts (1993), çilekler için yaprak Fe içeriklerinin 70 ppm – 250 ppm arasında, Seferoğlu ve Kaptan (2010) 110 ppm – 265 ppm arasında olduğunu bulmuşlardır. Hasat edilen yaprakların Cu içerikleri 3.39 ppm – 7.00 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Ancak, bu değerler Mills ve Jones (1996) ile Jones ve ark. (1991)'nin bulduğu değerlere göre genellikle düşük kalmıştır. Hasat edilen yaprakların Mn içerikleri 185 ppm – 338 ppm arasında değiştiği belirlenmiş ve Mills ve Jones (1996)'un bildirdiği sınır değerlikleri içerisinde yer almıştır. Jones ve ark., (1991) gelişmesini tamamlamış genç çilek yapraklarının, tam çiçeklenme döneminde, Mn içeriklerinin 50 ppm -200 ppm arasında olduğunu bulmuşlardır. Çilek için Mn içeriklerinin Ersoy ve Demirsoy (2006) 36.3 ppm – 101.8 ppm, Seferoğlu ve Kaptan (2010) 11 ppm- 137 ppm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Hasat edilen yaprakların Zn içerikleri 12.1 ppm – 19.9 ppm arasında değişmiştir. Mills ve Jones (1996) ve Jones ve ark., (1991)'nin bildirdikleri yeterlilik sınır değerlerine göre eksik kaldıkları belirlenmiştir. Ek olarak, çilek yapraklarının Zn içeriklerinin May ve Pritts (1993), 20 ppm – 250 ppm, Seferoğlu ve Kaptan (2010) 27 ppm – 74 ppm arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada en yüksek yaprak Fe içerik değeri IR50 uygulamasından elde edilmesi dikkat çekmiştir. Sardans ve ark., (2008) kuraklığın bitki köklerinde Fe içeriklerini arttırabileceğini bulmuşlardır. IR50 uygulamasından sonra ise su miktarında meydana gelen artışların yaprak Fe içeriklerini azalttığı tespit edilmiştir. Çilekler, dikotiledon bitki sınıfına girer ve topraktaki Fe değişimlerine oldukça hassastırlar. Yapılan gözlemlerde de artan sulama suyu miktarı ile birlikte klorozun şiddetinin de arttığı belirlenmiştir. Sulama miktarının artması ile birlikte bitkilerde klorofil içeriğinin azalarak yaprakların renginin sarardığı ve kloroza neden olduğu tahmin edilmektedir. Nitekim, çalışmaya paralel olarak Osório ve ark. (2014) ve Gama ve ark., (2016) çileklerde benzer sonuçlar bulduklarını bildirmişlerdir. Çalışmada hem %50 düzeyinde kısıntılı sulamanın hem de aşırı sulamanın Zn ve Mn içeriklerini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Su stresinin şiddetinin artması, bitki köklerinin suyu ve besin elementlerini alma potansiyellerini genellikle düşürür. Nitekim Tanaka ve ark. (1969) uzun süreli aşırı su stresine maruz kalan bitkilerde Zn içeriklerinde azalma, Cu içeriklerinde ise bir artış gözlemlenmiştir. Hu ve Schmidhalter (2005) düşük toprak nemi koşullarının Mn eksikliğine yol açabileceğini, uygun toprak nemi sağlandığında ise Mn elementinin daha fazla indirgenerek çözünür forma dönüşebileceğini tespit etmişlerdir. IR50 uygulamasının Cu için olumsuz yönde farkı yaratan sulama seviyesi olduğu tespit edilmiştir. IR75 uygulaması Fe içeriğinde en önemli ikinci grupta yer alırken, diğer mikro besin element içeriklerinde ise en üst grupta yer aldığı ve tüm yaprak mikro besin elementleri içerikleri için IR100 ile aynı önem seviyesinde yer aldığı saptanmıştır. Benzer olarak, aşırı su stresi ve kuraklığın etkilerinin Zn gübrelemesi ile azaltılabileceğini Grewal ve Williams (2000) bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada, stoma iletkenliği ve bitki-su ilişkilerini Zn elementinin etkileyebileceği bulunmuştur (Khan ve ark., 2004). Zeytinde sulama suyu miktarı ile besin elementi içerikleri arasında güçlü bir korelasyon olduğu Zipori ve ark. (2015) tarafından bildirilmiştir.

Biyo-aktivatör uygulamalarının Zn, Cu ve Fe içerikleri üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar yaratması dikkat çekmiştir. Battacharyya ve ark., (2015) biyo-aktivatörlerin çok düşük içeriklerde kullanıldığında bile besin elementi alımını arttırabileceğini bildirmişlerdir. Biyo-aktivatör kullanımı ile bitki köklerinin hacminin artarak, toprak daha fazla besin elementi ve suyun bitki bünyesine doğru hareket ettiği tahmin edilmektedir. Benzer olarak, Schmidt ve ark., (2003) biyo-aktivatörlerin içeriğinde farklı oranlarda besin elementleri olmasına rağmen, bir bitkinin tüm ihtiyacını karşılamaya yetmediğini, ancak bitki kök (Vernieri ve ark., 2005) ve yapraklarının (Mancuso ve ark., 2006) besin element alımını kolaylaştırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca, daha önce gerçekleştirilen birçok çalışmada biyo-aktivatörlerin mikro besin element alımını teşvik ettiği belirlenmiştir. Örneğin, biyo-aktivatör kullanımının marulda Fe (Crouch ve ark., 1990) ve üzüm yapraklarında Cu içeriklerini (Turan ve Köse, 2004) arttırdığı belirlenmiştir.

Meyvelerin Fe içerikleri genel olarak 34.6 ppm – 52.8 ppm, arasında değişmiştir. Çilek meyvesinde Fe içeriklerinin denendiği bazı çalışmalarda içerik değerlerinin 20.1 ppm – 62.3 ppm (Hakala ve ark., 2003) ve 46.0 ppm – 158 ppm (Uzunoğlu Bulduk ve Erdal, 2012) arasında değiştiği bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise meyve Fe içeriklerinin ortalama 41.0 ppm olduğu Capar ve Cunningham (2000) tarafından tespit edilmiştir. Hasat edilen meyvelerin Cu içerikleri 2.27 ppm – 2.95 ppm arasında değişkenlik göstermiştir. Çilek meyvesinde Cu içeriklerinin, daha önceki çalışmalarda, 2.8 ppm – 5.2 ppm (Jorhem ve Sundström, 1993), 5 ppm – 19 ppm (Uzunoğlu ve Erdal, 2012) ve 3.7 ppm – 6.8 ppm (Hakala ve ark., 2003) arasında değiştiği bildirilmiştir. Çilek meyve Cu içeriğinin farklı sulama seviyeleri altında önemli oranda değişmediği ve ortalamalarının 3.0 ppm olduğu Perin ve ark., (2019) tarafından tespit edilmiştir. Hasat edilen meyvelerin Mn içerikleri 35.1 ppm – 55.5 ppm arasında değişkenlik göstermiştir. Çilek meyvesinde Mn içeriklerinin denendiği bazı çalışmalarda içerik değerlerinin 27.0 ppm – 65.0 ppm (Tahvonen, 1993), 15.0 ppm – 264 ppm (Uzunoğlu Bulduk ve Erdal, 2012) ve 11.9 ppm – 71.1 ppm (Hakala ve ark., 2003) arasında değişkenlik göstermiştir. Başka bir çalışmada ise, çilek meyve Mn içeriğinin farklı sulama seviyeleri altında önemli oranda değişmediği ve genel olarak 20.4 ppm – 27.2 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Perin ve ark., 2019). Hasat edilen meyvelerin Zn içerikleri 5.0 ppm – 10.3 ppm arasında değişkenlik göstermiştir. Çilek meyvesinde Zn içeriklerinin denendiği bazı çalışmalarda içerik değerlerinin 6.0 ppm – 11.0 ppm (Jorhem ve Sundström, 1993), 11.0 ppm – 17.0 ppm (Tahvonen, 1993), 9.0 ppm – 25 ppm (Uzunoğlu Bulduk ve Erdal, 2012) ve 7.7 ppm – 15.0 ppm (Hakala ve ark., 2003) arasında değişkenlik göstermiştir.

Araştırmada incelenen tüm sulama uygulamalarının meyve Mn ve Cu içerikleri üzerinde anlamlı farklar yaratmadığı, Fe ve Zn içerikleri üzerinde önemli farklar yarattığı belirlenmiştir. Ayrıca Fe, Mn ve Zn sonuçları incelendiğinde, en yüksek değerlerin su stresinin en yoğun denendiği IR50 uygulamasından elde edilmesi dikkat çekmektedir. Ayrıca, bu sulama seviyesinden sonra sulama miktarında meydana gelen artışların meyve Fe ve Zn içeriklerini azalttığı tespit edilmiştir. Köklerde Fe içeriklerinin su stresi ile birlikte arttığını Sardans ve ark., (2008) bildirmişlerdir. Ek olarak, %25 su kısıntısı uygulanan IR75 uygulamasının Fe hariç diğer mikro besin element içeriklerinde IR100 ile aynı önem grubunda yer aldığı saptanmıştır. Khan ve ark., (2004) Zn elementinin bitki-su ilişkilerini düzenleyebildiğini, Grewal ve Williams (2000) ise hem düşük hem de yüksek su stresinin olası kötü etkilerinin Zn gübrelemesi ile hafifletilebildiğini saptamışlardır. Benzer olarak muz meyvelerinde su stresinin Zn ve Fe içeriklerini arttırdığını Mahouachi (2007) bildirmiştir. Bitkilerin fizyolojik açıdan mikro besin elementlerine, makrolara göre daha az ihtiyaç duyduğundan dolayı, düşük ya da yüksek su stresinin meyve mikro besin elementi içerikleri üzerindeki etkileri çok az sayıda çalışmaya konu olmuştur. Örneğin, Sato ve ark. (2006) ve Keutgen ve Pawelzik (2008) su stresinin meyvelerin gelişimini etkileyebildiğini, ancak aynı zamanda bazı besin element konsantrasyonları ile meyve kalite özelliklerinin de artabileceğini tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada kontrol konularına kıyasla %50 ve %30 daha az sulanan çileklerin meyve Mn ve Cu içeriklerinde önemli değişikliklere rastlanmadığı bildirilmiştir (Perin ve ark., 2019). Ek olarak farklı sulama yöntemlerinin elmaların besin elementi içerikleri üzerine yapılan bir çalışmada, daha fazla sulanan iki uygulamanın, diğer iki uygulamaya kıyasla Mn, Zn ve Cu içeriklerinde önemli farklılıklar olmadığı belirtilmiştir (Şenyiğit ve ark., 2012).

Biyo-aktivatör uygulamalarının meyve Zn, Cu ve Fe içeriklerinde önemli artışlara neden olduğu belirlenmiştir. Biyo-aktivatör kullanımının bitki kök hacmini arttırarak topraktan daha fazla mikro besin elementi alımını teşvik ettiği belirlenmiştir. Biyo-aktivatörlerin çok düşük dozlarda bile alındığında besin elementi içeriklerini arttırdığı Battacharyya ve ark. (2015) tarafından bildirilmiştir. Nitekim biyo-aktivatörün üzüm meyvelerinin Cu konsantrasyonunu arttırdığı Turan ve Köse (2004) tarafından

saptanmıştır. Ayrıca Krouk ve ark. (2010) ve Castaings ve ark. (2011) birçok biyo-aktivatörün besin elementi alımında aktif rol oynayan bazı genlerin aktifleşmesinde rol aldığını tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak; farklı sulama seviye uygulamalarının yaprakta incelenen tüm mikro besin element içeriklerinde önemli farklılıklar oluşturduğu belirlenirken, meyvelerde sadece Fe ve Zn içeriklerinde önemli değişikliklere neden olduğu saptanmıştır. Aşırı sulamanın (IR125) ve % 50 düzeyinde kısıntılı sulamanın yaprak Zn ve Mn içeriklerini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir. Yaprak Mn ve Cu içeriğinde, su stresine en yoğun maruz bırakılan IR50'nin en düşük önem seviyesinde (istatistiksel olarak) yer alması dikkat çekmiştir. Ayrıca IR50 uygulamasının yaprak Fe, meyve Fe ve Zn içeriklerinde en yüksek önem seviyesinde yer almıştır. Ek olarak, %25 su kısıntısı uygulanan IR75 uygulamasının hem meyve hem de yaprak analiz sonuçlarına göre Fe hariç diğer mikro besin element içeriklerinde IR100 ile aynı önem grubunda yer aldığı saptanmıştır. Bu nedenle, özellikle %25 düzeyinde kısıntılı sulamanın hem meyvede hem de yaprakta mikro besin element içeriklerini önemli oranda değiştirmedikleri dikkat çekerken, su sıkıntısı yaşanan bölgelerde tam sulamaya alternatif bir yöntem olarak değerlendirilmesi önerilmektedir.

Denemede biyo-aktivatör uygulamalarının çilek yapraklarında Zn içeriklerini %3.2, Cu içeriklerini %8.6 ve Fe içeriklerini % 4.6 arttırdığı belirlenirken, meyvelerinde ise Zn'yi %10.4, Cu'yu %5.6 ve Fe'yi %7.2 arttırdığı saptanmıştır. Bu sebeple su eksikliği yaşanan bölgelerde biyo-aktivatör uygulamalarının çilek üreticiliğinde önemli bir strateji olabileceği ve uygulamanın etkilerinin daha iyi belirlenebilmesi için uygulanan doz miktarının artırılması önerilmektedir.

Denemede elde edilen içerik değerlerinin genellikle önceki çalışmalarla uyum içerisinde olmasına rağmen, Rubygem çeşidinin Cu ve Zn'ye hassas olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple, bu çeşit için yapılacak olan çalışmalarda daha yüksek oranlarda Zn ve Cu'lu gübreler uygulanması önerilmektedir. Ayrıca, farklı çilek çeşitlerinin, aynı ortamda yetişmelerine rağmen, besin elementi içeriklerinin ve toprakta bulunan su miktarına tepkilerinin farklılık gösterdiğinin bilinmesinden dolayı (Erdal ve ark., 2004; Kacar ve Katkat, 2007; Geçer ve Yılmaz, 2012) su stresinin çilekler üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirebilecek alternatif yöntemler bulunması ve çalışmaların farklı çeşitlerle tekrar edilmesi önerilmektedir.

Kaynakça

- AOAC. (1990). In: *Helrich, K (Ed.), Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist.* Washington, DC.
- Baligar, V. C., Fageria, N. K., & He, Z. L. (2001). Nutrient use efficiency in plants. *Communications in soil science and plant analysis*, 32:7-8, 921-950,
- Boukar, I., Hess, D. E., & Payne, W. A. (1996). Dynamics of moisture, nitrogen and striga infestation in pearl millet, transpiration and growth. *Agron J.* 88, 545.
- Battacharyya, D., Babgohari, Z. M., Rathor, P., & Prithviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 39-48.
- Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., & Ferrante, A. (2015). Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*. 31, 1-17.
- Capar, S., & Cunningham, W. (2000). Element and radionuclide concentrations in food: FDA total diet study 1991-1996. *Journal of AOAC International*, 83, 157-177.
- Crouch, I. J., Beckett, R. P., & Van Staden, J. (1990). Effect of seaweed concentrate on the growth and mineral nutrition of nutrient-stressed lettuce. *J. Appl. Phycol.* 2, 269-272.
- Castaings, L., Marchive, C., Meyer, C., & Krapp, A. (2011). Nitrogen signalling in Arabidopsis: how to obtain insights into a complex signalling network. *J. Exp. Bot.* 62. 1391-1397.
- Çeliktöpez, E., Kapur, B., Sarıdaş, M.A., & Paydaş Kargı, S. (2018). Determining the yield and morpho-physiological responses of 'fortuna' strawberry cv. of using different irrigation levels with bio stimulant application. *Yyü tar bil derg (yyu j agr sci)*, 28(4), 368-374.
- Çeliktöpez, E. (2019). *The effects of different irrigation levels and bioactivator application on yield, fruit quality and nutrient contents in two strawberry varieties.* (PhD), CU Science Inst. Department of Agr. Struc. And Irr. Adana/Turkey. 327p.
- Ekinci, R., & Başbağ, S. (2019). Kısıntılı Sulamanın Pamuğun (*G. hirsutum* L.) Bazı Morfolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* Cilt 29, Sayı 4, 792-800.

- Erdal, I., Kepenek, K., & Kızılgöz, I. (2004). Effect of foliar iron applications at different growth stages on iron and some nutrient concentrations in strawberry cultivars. *Turk J Agric For*, 28: 421-427.
- Ersoy, B., & Demirsoy, H. (2006). Effect of shading on seasonal variation of some macro –nutrients in ‘Camarosa’ strawberry. *Asian Journal of Chemistry*.18 (3), 2329-2340
- European Environment Agency. (2004). *Impactacs of Europe’s Changing Climate*. EEA report no. 2/2004. EEA, Copenhagen, Denmark.
- Feng, S., & Fu, Q. (2013). Expansion of global drylands under a warming climate. *Atmos. Chem. Phys.* 13, 10081–10094.
- Gama, F., Saavedra, T., da Silva, J. P., Miguel, M. G., de Varennes, A., Correia, P. J., Pestana, M. (2016). The memory of iron stress in strawberry plants. *Plant. Physiol. Bioch.* 104, 36.44.
- Geçer, M.K., & Yılmaz H. (2012). Nutrient contents of runner plants of some strawberry cultivars grown under open field and protected cultivation conditions. *YYÜ Tar. Bil. Derg.* 22 (1), 1-6.
- Ghaderi, N., & Siosemardeh, A. (2011). Response to drought stress of two strawberry cultivars (cv. kurdistan and selva). *Hort. Environ. Biotechnol.* 52(1), 6-12. 2011.
- Grant, O. M., Davies, M. J., James, C. M., Johnson, A. W., Leinonen, I., & Simpson, D. W. (2012). Thermal imaging and carbon isotope composition indicate variation amongst strawberry (*Fragaria x ananassa*) cultivars in stomatal conductance and water use efficiency. *Environmental and Experimental Botany*.76, 7-15.
- Grewal, H. S., & Williams, R. (2000). Zinc nutrition affects alfalfa responses to water stress and excessive moisture. *Journal of Plant Nutrition* 23, 949-962.
- Hakala, M., Lapvetelainen, A., Huopalahti, R., Kallio, H., & Tahvonen, R. (2003). Effects of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberries. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16 (1), 67-80.
- Hu, Y., & Schmidhalter, U. (2005). Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168, 541-549.
- İnal, A., Güneş, A., & Alpaslan, M. (1999). Anamur ve Silifke yöresinde çilek yetiştirilen alanların toprak özellikleri ile bitkilerin beslenme durumları arasındaki ilişkiler. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23 (3), 729–740.
- Jorhem, L., & Sundström, B. (1993). Levels of lead, cadmium, zinc, copper, nickel, chromium, manganese, and cobalt in foods on the swedish market, 1983–1990. *Journal of Food Composition and Analysis*. 6, 3, 223-241.
- Kacar, B., & Katkat, A.V. (2007). *Bitki Besleme*. Nobel Yayın No. 849.
- Keutgen, A.J., & Pawelzik, E. (2008). Quality and nutritional value of strawberry fruit under long term salt stress. *Food Chemistry*. 1007, 1413-1420.
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J., & Prithiviraj, B. (2009). Seaweed extract as biostimulants of plant growth and development. *J. Plan Growth Regul*, 28, 386-399.
- Khan, H.R., McDonald, G. K., & Rengel, Z. (2004). Zinc fertilization and water stress affects plant water relations, stomatal conductance and osmotic adjustment in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant and Soil* 267, 271-284.
- Klamkowski, K., & Treder, W. (2006). Morphological and physiological responses of strawberry plants to water stress. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 71, 4, 159-165.
- Kunicki, E., Grabowska, A., Sekara, A., Wojciechowska, R. (2010). The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Folia Hortic.* 22:9–13.
- Krouk, G., Lacombe, B., Bielach, A., Perrine-Walker, F., Malinska, K., Mounier, E., Hoyerova, K., Tillard, P., Leon, S., Ljung, K., Zazimalova, E., Benkova, E., Nacry, P., & Gojon, A. (2010). Nitrate-regulated auxin transport by NRT1. 1 defines a mechanism for nutrient sensing in plants. *Dev. Cell* 18, 927-937.
- Mahouachi, J. (2007). Growth and mineral nutrient content of developing fruit on banana plants (*Musa acuminata* AAA, ‘Grand Nain’) subjected to water stress and recovery. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 82, 839-844.
- Mancuso, S., Azzarello, E., Mugnai, S., & Briand, X. (2006). Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Adv. Hortic. Sci.* 20, 156-161.

- May, G.M., & Pritts, M. P. (1993). Phosphorus, zinc, and boron influence yield components in 'Earliglow' strawberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 118(1), 43-49.
- Mills, H.A., & Jones Jr, J. B. (1996). *Plant Analysis Handbook II. A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide*. Micro-Macro Publishing, Athens.
- Osório, J., Osório, M. L., Correia, P. J., de Varennes, A., & Pestana, M. (2014). Chlorophyll fluorescence imaging as a tool to understand the impact of iron deficiency and resupply on photosynthetic performance of strawberry plants. *Sci Hortic*. 165: 148-155.
- Perin, E. C., Messias, R. D. S., Galli, V., Borowski, J. C., Souza, E. R. D., Avila, L. O. D., Bamberg, A.L., & Rombaldi, C. V. (2019). Mineral content and antioxidant compounds in strawberry fruit submitted to drought stress. *Food Science and Technology*.
- Pessarakli, M. (1999). *Handbook of plant and crop stress Second Edition, Revised and Expanded*. New York Marcel Dekker. ISBN: 0-8247-1948-4.
- Schmidt, R.E., Ervin, E.H., & Zhang, X. (2003). Questions and answers about biostimulants. *Golf Course Manage* 71:91-94.
- Seferoğlu, S., & Kaptan, M.A. (2010). *Camarosa çilek çeşitinde besin maddelerinin mevsimsel değişimi*. 5. bitki besleme ve gübre kongresi bildirileri. Sayfa:203-209.
- Sharma, S.S.H., Fleming, C., & Selby, C. (2014). Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *J Appl Phycol*. 26:465-490.
- Spinelli, F., Fiori, G., Noferini, M., Sprocatti, M., & Costa, G. (2010). A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. *Sci Hortic*. 125:63-269.
- Sardans, J., Peñuelas, J., & Ogaya, R. (2008). Drought's impact on Ca, Fe, Mg, Mo and S concentration and accumulation patterns in the plants and soil of a Mediterranean evergreen *Quercus ilex* forest. *Biogeochemistry* 87, 49-69.
- Sarıdaş, M. (2013). *Farklı dozlarda kalsiyum uygulamalarının bazı çilek çeşitlerinde meyve verim ve kalite kriterleri ile yapraklardaki besin element konsantrasyonları üzerine etkileri*. Ç.Ü. Fen Bil. Enst. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı YL tezi. Adana/Türkiye
- Sato, S., Sakaguchi, S., Furukawa, H., & Ikeda, H. (2006). Effects of NaCl application to hydroponic nutrient solution on fruit characteristic of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Scientific Horticulture*, 109. 248-253.
- Şenyigit, U., Erdal, I., Ozdemir, F., Kucukyumuk, Z., & Kadayıfçı, A. (2012). Effects of different irrigation methods on leaf and fruit nutrient concentrations of young apple varieties grafted on M9 rootstock. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18 (No 3), 362-369.
- Tagliavini, M., Baldi, E., Lucchi, P., Antonelli, M., Sorrenti, G., Baruzzi, G., & Faedi, W. (2004). Dynamics of nutrients uptake by strawberry plants (*Fragaria*×*Ananassa* Dutch.) grown in soil and soilless culture. *Europ. J. Agronomy* 23, 15-25.
- Tahvonen, R. (1993). Contents of selected elements in some fruits, berries and vegetables on the Finnish market in 1987-1989. *Journal of Food Composition and Analysis*, 6, 75-86.
- Tanaka, A., Watanabe, N., & Ishizuka, Y. (1969). A critical study of the phosphorus concentration in the soil solution of submerged soils. *J Soil Sci Manure Jpn* 406.
- Turan, M., & Köse, C. (2004). Seaweed extracts improve copper uptake of grapevine. *Acta Agric. Scand. Plant Sci*. 54, 213-220.
- TÜİK, 2019. *Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı*. http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001, Erişim Tarihi: 20.09.2019.
- Uzunoglu Bulduk, E., & Erdal, İ. (2012). Genotipisel farklılığın çileğin mineral beslenmesi üzerine etkisi. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 29 (1), 59-70.
- Vernieri, P., Borghesi, E., Ferrante, A., & Magnani, G. (2005). Application of biostimulants in floating system for improving rocket quality. *J Food Agric Environ* 3, 86-88.
- Zipori, I., Yermiyahu, U., Erel, R., Presnov, E., Faingold, I., Ben-Gal, A., & Dag, A. (2015). The influence of irrigation level on olive tree nutritional status. *Irrig Sci*. 33, 277-287.



Yuzuncu Yil University
Journal of Agricultural Science

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

Response to Integrated Poultry-Vegetable Farming Practice Advocacy in Delta State, Nigeria

Albert Ukaro OFUOKU*¹, Oluwasen Ijeoma EKORHI-ROBINSON²

^{1,2}Delta State University, Asaba Campus, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics and Extension, PMB 95074, Asaba, Delta State, Nigeria

¹<https://orcid.org/0000-0003-1395-8114> ²<https://orcid.org/0000-0001-6771-6765>

*Corresponding author e-mail: albertofuoku@gmail.com, ofuoku@yahoo.com, ofuoku@delsu.edu.ng

Article Info

Received: 23.07.2019
Accepted: 12.01.2020
Online Published 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.595732

Keywords

Adoption,
Food security,
Integrated farming,
Integration,
Poultry and vegetable,
Waste management.

Abstract: In response to climate change, poultry – vegetable integrated practice was introduced for the management of poultry wastes and to reduce pollution. The cost of chemical fertilizers and the health implications of consuming vegetables produced using chemical fertilizers has been a source of concern to health and nutrition stakeholders. In order to mitigate this problem, the use of organic fertilizers was advocated. This study was conducted to determine the response level poultry – vegetable integration farming practice among farmers in Delta State, Nigeria. The data for the study was elicited from 192 randomly selected registered poultry farmers, with the use of questionnaire and structured interview schedule. The data were analyzed with the application of descriptive statistics such as frequency counts, percentages and means derived from 4 – point Likert – type scale and 5 – point Likert scale. The hypothesis that the socioeconomic attributes of farmers do not contribute to their practice of poultry-vegetable integrated farming was tested with the application of regression model. The farmers had a mean age of 45.1 years and poultry farm size average of 5571 birds with mean household size of 6 persons and means farming experience of 23.5 years. Most of them subscribed to membership of farmers’ groups had 2 times contact with extension agents monthly. Their responses to poultry – vegetable integrated farming was encouraging as they had adoption index of 0.51. The problems they had ranged from high cost of inputs, pests and diseases infestation low market price to inadequate information. It is recommended that Delta Agricultural Procurement Agency be revived; extension agents should introduce integrated pest management and organic method of pests and diseases control: Marketing extension was also recommended.

Nijerya, Delta Eyaletinde Entegre Kumes Hayvanı Yetiştiriciliği-Sebze Tarımı Uygulaması Savunuculuğuna Yanıt

Makale Bilgileri

Geliş: 23.07.2019
Kabul: 12.01.2020
Online Yayınlanma 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.595732

Anahtar kelimeler

Benimseme,
Gıda güvenliği,

Öz: İklim değişikliğine cevaben, kümes hayvanı atıklarının yönetimi ve kirliliğin azaltılması için kümes hayvancılığı-sebze tarımı entegre uygulaması başlatılmıştır. Kimyasal gübrelerin maliyeti ve kimyasal gübre kullanılarak üretilen sebzeleri tüketmenin sağlık üzerindeki etkileri, sağlık ve beslenme paydaşları için endişe kaynağı oluşturmuştur. Bu sorunu hafifletmek için organik gübrelerin kullanımı savunulmaktadır. Bu çalışma, Nijerya'nın Delta Eyaleti'ndeki çiftçiler arasındaki kümes hayvancılığı-sebze tarımı entegrasyonu uygulamalarının yanıt düzeyini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın verileri, rastgele seçilen 192 kayıtlı kümes hayvanı yetiştiricisinden elde edilen

Entegre tarım,
Entegrasyonu,
Kanatlı ve sebze,
Atık yönetimi.

anket verileri ve yapılandırılmış görüşme programı kullanılarak elde edilmiştir. Verilerin, dörtlü ve beşli olarak hazırlanan Likert ölçekli sorunların ortalamaları ve yüzdesel dağılımları ile basit tanımlayıcı istatistikler şeklinde analiz edilmiştir. Çalışmada, çiftçilerin sosyoekonomik özelliklerinin kümes hayvancılığı-sebze tarımı entegre uygulamalarına katkıda bulunmadığı hipotezi regresyon modeli ile test edilmiştir. Çalışmada çiftçilerin yaş ortalaması 45.1 yıl; ortalama kümes hayvanı sayısı 5571; ortalama hane halkı büyüklüğü 6,0 kişi ve ortalama çiftçilik deneyimi 23.5 yıl olarak belirlenmiştir. Çiftçi örgütlerine üye olan üreticilerin büyük çoğunluğu ayda iki kez yayım servisleri ile iletişim halindedir. Kümes hayvancılığı - sebze entegre uygulamasına verdikleri cevaplar 0.51 benimsenme endeksine sahip oldukları için cesaret verici bulunmuştur. Sahip olunan problemler yüksek girdi maliyetlerinden, ilaç, hastalık, düşük piyasa fiyatları ve yetersiz bilgiye kadar geniş bir aralıkta değişim göstermektedir. Delta Tarımsal Satın Alma Ajansı'nın yeniden canlandırılması için yayım servislerinin zararlı yönetimi, zararlılarla ve hastalıklarla mücadelede organik yöntemlerin uygulanması ile pazarlama ile ilgili konularda bilgi verilmesi önerilmektedir.

1. Introduction

To ensure food security for a fast mounting global population estimated at 9.1 billion in 2050 and over 10 billion by the end of the twenty first century is a mammoth challenge for the present agricultural production system (UNPF, 2011). Dwindling average farm size and financial challenges for superior investment in agriculture as a result of 80 farm families that belong to small and medium farmer categories intensify the problem. To secure food and nutrition security for considerable population, productivity improvement may offer a fundamental way out. This entails the implementation of scientific agronomic practices and technologies that guarantee an increase the productive ability of established agricultural systems. Agronomic practices such as the liberal use of chemical fertilizers and pesticides for the period of the twentieth century improved productivity significantly but detrimental environmental degradation that go with increased costs of operation in agriculture prompted concerns about economic feasibility and sustainability.

Integrated farming system is considered as a cross-linked farming structure where farmers employ high-quality organic food and renewable energy. The key rule of such method is to shrink pollution and boost income by combining diverse types of farming. For instance, we can speak about fields that are tilled by animals, pigs are capable being employed to excavate the earth in preparation for sowing, and animal manure (like cow waste) can be utilized to fertilize the soil for production of crops and boost harvest, birds can be utilized in vineyards and gardens to get rid of branches from decayed fruits and weeds; they as well aid fertilization of the soil. Numerous animals are capable of forming a source of cheap fertilizers that are capable of being put into reasonable utility on the farm, they eat and digest lots of food with valuable enzymes that do not lose their nutrients following defecation. Reward of integrated farming system are that such farming system improves production in order to meet the demands of Nigerian population, appropriate recycling of waste and associated substances raises the earnings of farmers; strengthening of crops growth make the most of income in relation to locale, time and efforts. Soil remains fertile for a long period as a result of the proper use of organic waste while most of the waste transformed has a worth when utilised within the structure of the integrated system.

Integrated farming system ensures sustenance of income. This implies that within a year it will be feasible to create profit regularly from diverse agricultural sectors with separate seasons. The major thing is to opt for the correct spheres for work so that there are no inactive times and pauses without earnings. The utility of by-products makes the system more steady and the potential of the soil, which acts as an industrial base, is preserved. One is capable of producing every kind of healthy foods on just a single farm; the products will be entirely enhanced with a variety of valuable nutrient components that the human body requires. This system of improving agricultural productivity is totally safe and environmentally friendly. The quantity of waste becomes minimized. In such a situation, there is small rotting waste and effluence in contrast to other methods of production. Excessive use of chemical fertilizers and pest control agents is not needed, in order to have clean water, soil and air. Another effect

of the use of chemical fertilizers can be found to contribute to the problem that gave rise to climate change.

Climate change forms one of the most challenging factors in contemporary time (Antti, et al., 2015). It has become such a serious problem globally as a result of its causes and effects and the needed solutions to it (Thiele, 2013). Thus, climate change has various ways it influences every function of the social system, and that include farming and agriculture, and climate policy makers are under obligation to set fresh goals for strategies to produce and consume food (Almås et al., 2011; Paarlberg, 2013). In the situation of the food system, a lot of fresh policy ideas and innovative ideas and technologies have been offered as to how farms, among others might shrink their susceptibility to the risks resulting from changing climatic conditions. The food systems have the capability of reducing dangerous emissions and promote sustainable development in diverse ways, such as reducing waste. It has the capacity to even utilize waste to create up-to-the-minute innovative products (Stuart, 2009). The development of this type has varied influences on agriculture and production of food (Renwick and Wreford, 2011). However, the triumph of these climate policy implementations dependent on the universal social acceptance of the policy goals and climate change mitigation and adaptation measures (Antti, et al., 2015) one of which is the encouragement of poultry-vegetable integrated farming.

Environment-friendly farming as is the case of poultry-vegetable integrated farming have been considered by Karaturhan et al. (2018) as a farming practice that minimizes the negative effect of human activities on the environment while encouraging soil protection. In another study in China, Rehman et al. (2016) found that organic fertilizer encouraged soil microbial biomass concentrations than inorganic fertilizer. This implies that organic fertilizer creates and enhances strong soil community structure than inorganic fertilizer. This has implications for soil fertility level. Parveen and Nazhat (2015) assert that people prefer natural foods and their agricultural production techniques and as observed by Karaturhan and Uzmay (2018), this is indicative of the factors that motivate the adoption of organic farming among female farmers in Turkey.

Growth in population, urbanization and growth in earnings in developing nations are powering a considerable worldwide boost in the demand for food of animal source, while also fanning the fire of rivalry involving crops and livestock (ever-increasing cropping areas and plummeting rangelands). Not only that the current livestock pressure is too high for the capability of obtainable production resource, but it is also worsening environmental challenges. Thus, while it is a necessity to meet up with the demand of consumers, improve nutrition and express income growth opportunities to those who require them most, it is as well essential to lessen environmental strain.

Conventional agriculture is acknowledged as the source soil and pasture degradation for the reason that it involves thorough tillage, in particular if practiced in areas of insignificant productivity. Technologies and management schemes that are capable of improving productivity need to be developed. At the same time, it is necessary to fathom ways of preserving the natural resource base. Within this structure, an integrated crop-livestock farming system symbolizes a key solution for enhancing livestock production and conserving or protecting the environment in the course of careful and professional use of resources.

Diversified farming system involves enterprises components such as crops and livestock that coexist separately from each other (FAO, 2001) In this case, integrating crops and livestock offers to principally reduce risk as well as to recycle resources. In an integrated system, crops and livestock interrelate to generate a synergy, with recycling allowing the utmost utility of obtainable natural assets. Crop waste or left-over is useful for animal feed, while livestock and livestock by-product production and processing have the capacity of improving agricultural productivity by increasing nutrients that perk up soil fertility, while reducing the employment of chemical fertilizers. A serious integration of crops and livestock is more often than not, seen as a step forward, but a matter of necessity for small-scale farmers to have adequate access to inputs, assets and knowledge to be able to manage this system in a way that it will be economically and environmentally sustainable over the long of time period.

The vegetables mainly grown in Africa, particularly the tropical region include Amaranthus, Celosia, Cucumis, Hibiscus, Talinum, Solanum and Corchorus with onion, tomato, okra, pepper, amaranthus, pumpkins, carrot, melon, and Jute (Ibeawuchi et al., 2015). However, vegetables are by and large linked with a variety of constraints especially in the production facet. The utilisation of inorganic fertilizers on farms is known to lead to problems of serious soil destruction, enhances soil acidity level and nutrient imbalance and final consequence is low output, but the utilisation of organic fertilizer helps to protect the soil from the afore mentioned adverse effects.

Vegetable cultivation is dominated by females while poultry farming is male dominated. Adebayo and Adekunle (2016) also reported that the gender of an individual can influence the type and quality of work carried out by the individual. Vegetable cultivation is dominated by females while poultry farming is male dominated. Adebayo and Adekunle (2016) also reported that the gender of an individual can influence the type and quality of work carried out by the individual. Adebayo and Adekunle (2016) argue that most farmers in Kwara State, Nigeria administer organic fertilizer to their vegetables and the resultant effects of the use are observable. However, with this advocacy, the gender relations are no longer important among this group of farmers. This is so because poultry farmers are expected to include vegetable farming to their enterprise as vegetable farmers are also to add poultry farming to their enterprise.

The constraints to the use of organic fertilizer were identified by Adebayo and Adekunle (2016), Aderinoye-Abdulwahab, and Salami (2017) as offensive odour, its bulky nature, difficulty involved in its transportation and doubtful efficacy of it among the farmers are the constraints militating against the utilization of organic fertilizer. Furthermore, inadequate space restricts use of organic fertilizer. Lower output that result from the application of organic fertilizer is a challenge its usage. This may be an advantageous and disadvantageous at the same time since while the slowness may reduce present output, the long enduring effect of organic fertilizer because of its slow release of minerals is capable of decreasing future cost of production and enhance future output (Alimi et al., 2006). The pollution emanating from livestock rearing is thus a serious problem because most of them are usually sited around residential areas (Obi et al., 2016). Air pollution includes odours emanating from cages resulting from the digestion process of livestock wastes; the putrefaction process of organic matter in manure; animal urine, and/or from redundant foods (Obi et al., 2016).

The usage of organic fertilizer is determined, however by some socioeconomic variables in spite of the afore said constraints. These socioeconomic variables include age, formal educational level and years of farming experience that have been found to have positively and significantly influenced level of adoption of organic fertilizer (Adebayo and Adekunle, 2016). Despite the importance of agriculture for economic development, agriculture has yet to perform as an engine of growth in many developing countries - especially sub-Saharan Africa (Byerlee, de Janvry and Sadoulet, 2009). Agricultural yields have only shown slight increases in sub-Saharan Africa and Latin America since the 1960s, despite the development of important agricultural innovations during that time. Yet data on adoption of improved agricultural technologies paint a picture of low levels of adoption in developing countries, particularly sub-Saharan Africa. Broadly speaking, technology is the relationship between inputs and outputs. In this context, therefore, technology adoption is defined as the use of new tools or techniques that relate inputs to outputs and the allocation of inputs (Foster and Rosenzweig, 2010). The need to adopt improved integrated poultry-vegetable production technologies in order to make their task of waste management easier, ensure a sustained and efficient production of vegetables, enhance economic development and as well boost agricultural production becomes imperative for farmers. Ofuoku et al. (2008); Ofuoku (2013) suggest that the level of adoption of agricultural technologies is an index of extension communication effectiveness. Extension service has crucial role to play in poultry waste management through integration of vegetable production. This is expected to be or have been done through their connection between researchers and farmers. In the absence of extension services, most research efforts would be a nullity (Adebolu and Ikotum, 2001). The level of adoption of poultry – vegetable integrated farming is an index of the effectiveness of extension services. It is against this background therefore, that this study was focused on the adoption of integrated poultry-vegetable production technology by farmers in Delta State, Nigeria. The main objective of the study was to find out the determinants the response to integrated poultry-vegetable production technology by farmers in Delta State, Nigeria. Specifically, the project seeks to examine the socio-economic characteristics of the respondents; determine the level of adoption of integrated poultry – vegetable farm practice; ascertain the reasons why the integrative practice; identify factors militating against the adoption of integrated poultry-vegetable practice. It was hypothesized that farmers' socioeconomic attributes do not contribute to the practice of poultry-vegetable integrated farming.

2. Material and Methods

2.1. Study area

Delta State, the study areas is situated between longitude 5⁰,00' and 6⁰,45' east of Green-Wich Meridian; and latitude 5⁰00' and 6⁰30' north of the Equator (Ministry of Land and Survey, 1991). It shares boundaries with Edo State by the north; Bayelsa States and Atlantic Ocean at the South; Anambra and Imo States at the east, and with Ondo State in the West (Delta State Ministry of Land and Survey, 1991). It consists of 25 local government areas and has a total land area of 17 698 square kilometers and a population of 2 570 181 people (NPC, 2006).

Poultry farming is a thriving business in the state as the climatic conditions encourage poultry farming. Hence the large number of commercial poultry farms in the state. The state is demarcated South, Central and North Agro-ecological Zones based on its vegetative cover. These zones are named by the Delta State Agricultural Development Programme (DTADP) thus, Delta State, Central and North Agricultural Zones respectively.

2.2. Population and sampling method

The population of this study included all the poultry farmers registered with DTADP in the three agricultural zones. The DTADP (2008) grouped poultry farms according to farm size (population of birds reared) in to:

Small scale = 1 000 – 4 999 birds

Medium scale = 5 000 – 7 999 birds

Large scale = 8 000 and above birds

Farmers are accordingly classified as such.

Random sampling procedure was applied while selecting 192 respondents from among the poultry farmers registered the three DTADP zonal offices on the basis of 10% from each class in each zone as follows in Table 1. This was done to create room for equitable representation in the study sample.

Table 1. Selection of sample size for the study.

| Zone | No of Poultry Farmers | No Selected (10%) |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Delta North Agricultural zone | | |
| Small – scale | 383 | 38 |
| Medium scale | 256 | 26 |
| Large scale | 141 | 14 |
| Delta Central Agricultural Zone | | |
| Small – scale | 535 | 54 |
| Medium scale | 352 | 35 |
| Large scale | 216 | 22 |
| Delta South Agricultural Zone | | |
| Small – scale | 15 | 2 |
| Medium scale | 6 | 1 |
| Large scale | 0 | 0 |
| Total | 1904 | 192 |

2.3. Data collection

Data for the study were collected with the use of questionnaire and structured interview schedule from formally educated and farmers who had no formal education respectively. The data were collected by agricultural science teachers in secondary schools in the farmers' zones.

2.4. Data analysis

The data collected were treated with descriptive statistic such as frequency counts, percentages and means derived from 4 – point Likerts – type scale and 5 – point Likert’s scale adoption mean was computed by dividing the adoption score with the number of respondents. SPSS was used to run the data analysis. As adapted from Ofuoku. (2017); Hamidu (2006), the grand adoption mean was calculated by dividing the total adoption mean by the number of poultry – vegetable integration dividing the grand adoption mean by the number of stages in adoption process. Deressa et al. (2009) adopted linear regression in testing the influence of socioeconomic characteristics of farmers on adoption of adaptation measures to climate change and he chose this model because the dependent variable- adoption is measured with continuous data. In this study, it is adopted because adoption level of adoption is measured with continuous data. Hence the hypothesis was tested with the use of linear regression model, specified as follows:

$$Y = f (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, \mu) \quad (1)$$

Where

| | | |
|----------------|---|--|
| Y | = | Level of adoption of poultry – vegetable integration farming (number of the type of vegetables integrated with poultry farming) |
| X ₁ | = | Age of farmers (years) |
| X ₂ | = | Sex (male = 1, female = 0) |
| X ₃ | = | Level of formal education (years spent in school) |
| X ₄ | = | Farm size (population of birds) |
| X ₅ | = | Household size (number of persons) |
| X ₆ | = | Farming experience (years) |
| X ₇ | = | Membership of farmers’ group (yes = 1, otherwise = 0) |
| X ₈ | = | Extension contact (number of contact monthly) |
| μ | = | Error term |

3. Results

3.1. Socioeconomic characteristics of poultry farmers

The poultry farmers had an average age of 45.1 years (Table 2). Many (44.27%) of them were in the age bracket of 41-50 years, while 21.88% were 31-40 years of age. Most (68.23%) were males and 31.77% were females. This implies that poultry farming in the study area is dominated by men. That most of them were in the age bracket of 31-50 years means that the poultry of farmers were young and energetic enough to handle the challenges involved in poultry management.

Most (68.23%) were married while 39.58% were single, divorced or widowed. This is indicative of the fact that most of them had obligations to cater for the needs of their families. Most of them had one level of formal education or the other as 64.58% of them had tertiary education, and 14.06% had secondary education, while 10.94% had primary education. Madukwe (1995), Ofuoku *et al.*, (2008) found education to be one of the crucial variables in adoption of ideas and technologies among farmers.

With respect to farm size, some (29.17%) had farm sizes of 2000 and below number of birds; 14.58 had farm sizes of between 2001 and 4,000 birds, 8.33%, 4001-5000 birds; 14.06%, 5001-6000 birds; 13.02%, 6001-7000 birds; 10.94%, 7001-8000 birds; while 9.90% had above 8,000 birds. DTADP (2008) classified farmers with 5000 and below population of birds as small scale poultry farmers, 5001-8000 birds as medium scale farmers and above 8000 birds as large scale farmers. The mean farm size was 5571 implying that most of the poultry farmers were operating on small scale. The farmers had a mean household size of 6 persons. This is an indication that the HHs were large. This is not unconnected with the high bird rate nurtured by the culture of Africans and Nigerians in particular.

Many (40.63%) had farming experience of 1-10 years; some (22.92%) had poultry farming experience, with overall mean farming experience of 23.5 years. Most (71.88%) subscribed to poultry farmers’ group membership. Ofuoku and Urang (2012), Ofuoku (2013) found that farmers join farmers’ groups for the purpose of accessing extension service, cheap inputs and exchange of knowledge and

ideas. Most (54.17%) of them had extension contact of 2 times monthly. This is just a little of half of the population of the study. This is attributable to absenteeism in meetings with extension agents.

Table 2. Socioeconomic characteristics of poultry farmers.

| Variables | Frequency | Percentage (%) | Mean |
|---|-----------|----------------|-----------|
| Age | | | |
| 20-30 | 30 | 15.63 | |
| 31-40 | 42 | 21.88 | |
| 41-60 | 85 | 44.27 | 45.1yrs |
| 51-60 | 23 | 11.98 | |
| 61 and above | 12 | 6.25 | |
| Sex | | | |
| Male | 131 | 68.23 | |
| Female | 61 | 31.77 | |
| Marital status | 116 | 60.42 | |
| Single | 76 | 39.58 | |
| Level of formal education | | | |
| No formal education | 20 | 10.42 | |
| Primary education | 21 | 10.94 | |
| Secondary education | 27 | 14.06 | |
| Tertiary education | 124 | 64.58 | |
| Farm size (Number of birds) | | | |
| 2000 and below | 56 | 29.17 | |
| 2001 – 4000 | 28 | 14.58 | |
| 4001-5000 | 16 | 8.33 | |
| 5001-6000 | 27 | 14.06 | |
| 6001-7000 | 25 | 13.02 | |
| 7001-8000 | 21 | 10.94 | |
| Above 8,000 | 19 | 9.94 | |
| Household (HH) size (Number of persons) | | | |
| 1-3 | 30 | 15.63 | |
| 4-6 | 116 | 60.42 | 6 persons |
| 7-9 | 35 | 18.23 | |
| Above 9 | 11 | 5.73 | |
| Farming experience (years) | | | |
| 1-10 | 78 | 40.63 | |
| 11-20 | 44 | 22.92 | |
| 21-30 | 21 | 10.94 | 23.5yrs |
| 31-40 | 25 | 13.02 | |
| Above 40 | 24 | 12.50 | |
| Membership of farmers groups | | | |
| Yes | 138 | 71.88 | |
| No | 54 | 28.13 | |
| Extension contact monthly (Number of times) | | | |
| 0 | 0 | 0 | |
| 1 | 37 | 19.27 | |
| 2 | 104 | 54.17 | |
| 3 | 31 | 16.15 | |
| 4 | 20 | 10.42 | |

3.2. Level of adoption of poultry-vegetable integrated farmer

There were high levels of adoption of integration of poultry farming with all the recommended vegetables (Table 3). This is further confirmed by the grand adoption means of 4.05 and adoption index of 0.81. The adopting index of 0.81 implies that 81% of the poultry farmers already integrated poultry farming with the recommended vegetables.

Table 3. Adoption response of farmers on poultry-vegetable integrations.

| Integration | Awareness 1 | Interest 2 | Evaluation 3 | Trial 4 | Adoption 5 | Score | Mean |
|------------------------------------|----------------|---------------|-----------------|----------|---------------|-------|------|
| Poultry with Telferia occidentalis | 20 (20) | 32 (64) | 35 (105) | 41 (164) | 64 (320) | 673 | 3.51 |
| Poultry with Talinum trinaugulare | 15 (15) | 17 (34) | 23 (69) | 29 (116) | 108 (540) | 774 | 4.03 |
| Poultry with Amaranthus | 11 (11) | 8 (16) | 19 (57) | 26 (104) | 128 (640) | 828 | 4.31 |
| Poultry with Tomatoes | 5 (5) | 10 (20) | 14 (42) | 21 (84) | 142 (710) | 861 | 4.48 |
| Poultry with cucumber | 9 (9) | 16 (32) | 22 (66) | 38 (152) | 107 (535) | 794 | 4.14 |
| Poultry with water melon | 12 (12) | 19 (38) | 38 (114) | 43 (172) | 80 (400) | 736 | 3.83 |

Cut-off score= 3.0 (≥ 3.0 high level of adoption;< 3.0 = low adoption level)

Grand adoption means = 4.05

Adoption index = 0.81

3.3. Reasons for poultry-vegetable integrated farming

Table 4 indicates that the reasons for poultry-vegetable integrated farming by the farmers included waste recycling (mean = 3.84), creation of extra income (mean = 3.70), feed for birds (mean= 3.76) and source of food for the farm families (mean=3.94). This means that all the reasons informed their adoption of integrated poultry-vegetable farming. This is expected to solve the problem of waste management and earn them extra income.

Table 4: Reasons behind poultry-vegetable integrated farming.

| Reasons | Strongly agreed (4) | Agreed 3 | Disagree 2 | Strongly disagree (1) | Score | Mean |
|----------------------------------|---------------------|----------|------------|-----------------------|-------|------|
| Waste recycling | 162 (648) | 30 (90) | 0 (0) | 0 (0) | 738 | 3.84 |
| Creation of extra income | 134 (536) | 58 (174) | 0 (0) | 0 (0) | 710 | 3.70 |
| Feed for bird | 146 (584) | 46 (138) | 0 (0) | 0(0) | 722 | 3.76 |
| Vegetable for family consumption | 181 (742) | 11 (33) | 0 (0) | 0(0) | 757 | 3.94 |

Cut-off score = 2.50

3.4. Factors militating against adoption of poultry-vegetable integrated farming practice

The important factors militating against poultry – vegetable integrated farming practice-included, in order of importance, high cost of pesticides and fungicides (97.40%), Low market price of vegetables (94.79%), pests and diseases infestation (90.10%) and high cost of improved vegetable seeds (83.85%) (Table 5). Inadequate information (19.79%), though not common among the farmers, is a challenge to some of them.

Table 5. constraints to adoption of poultry-vegetable integrated farming practice.

| Constraints | Frequency | Percentage% |
|---|-----------|-------------|
| High cost of improved seeds of vegetables | 161 | 83.85 |
| Pests and diseases infestation | 173 | 90.10 |
| High cost of pesticides and fungicides | 187 | 97.40 |
| Inadequate of information | 38 | 19.79 |
| Low market price of vegetables | 182 | 94.79 |

There were multiple responses.

3.5. Contribution of farmers socioeconomic attributes of poultry farmers to practice of poultry-vegetable integrated farming practice

Table 6 shows on R^2 value of 0.683 which indicates that 68.3% of the variations in the practice of poultry-vegetable integrated farming practice were explained by the independent variables, captured in the models. Sex, formal education, household size, farming experience, membership of farmers' group and extension contact had significant relationship with the practice of poultry-vegetable integrated farming practice.

Sex (X_2) had a positive significant relationship with the practice of poultry-vegetable integrated farming at 1% level of significance. This implies that male poultry farmers are more likely to practice integration of poultry with vegetable farming.

Table 6. Estimation of the contribution of farmers' socioeconomic attributes to the practice of poultry-vegetable integrated farming.

| Variables | Coefficient | Error | t-ratio |
|---------------------------------------|-------------|--------|-----------|
| Constant | 2.2336 | 0.2736 | 13.1716* |
| Age (X_1) | 0.1780 | 0.6610 | 0.1120 |
| Sex (X_2) | 0.1376 | 0.1146 | 7.7142* |
| Formal education (X_3) | 0.2826 | 0.1825 | 2.5124** |
| Farm size (X_4) | 0.1698 | 0.4607 | 0.2731 |
| Household size (X_5) | 0.0320 | 0.0211 | 2.2008** |
| Farming experience (X_6) | -0.0372 | 0.0124 | -2.9921* |
| Membership of farmers group (X_7) | -0.0997 | 0.0549 | -2.0347** |
| Extension contact (X_8) | 0.0645 | 0.0344 | 2.2921** |

$R^2 = 0.681$, R^2 adjusted = 0.661, significant at 1%, ** significant at 5%.

Formal education (X_3) significantly and positively contributed to the practice of poultry-vegetable integrated farming ($P < 0.05$). This means that a unit increase in formal education level would lead to a unit increase in the practice of the integration of poultry and vegetable farming. Household size (X_5) also significantly and positively contributed to the decision to practice poultry-vegetable integrated farming ($P < 0.05$). A unit increase in household size would likely lead to a unit increase in the practice of the integrated farming.

Farming experience (X_6) significantly, and negatively related with the practice of the integrated farming ($P < 0.001$). The negative sign born by the coefficient means that increased farmers' experience lowers the decision not to practice the integration of poultry with vegetable farming. Membership of farmers' associations (X_7) significantly contributed to the integrated farming practice ($P < 0.05$). However the coefficient bore a negative sign. This implies that subscription to membership of farmers' group has the likelihood to towards not adopting integrated poultry-vegetable farming practice. Extension contact (frequency of farmer - extension contact) (X_8) had a relationship with the practice of poultry-vegetable integrated farming among farmers ($P < 0.05$), and the coefficient bore a positive sign. This indicates that increased contact of farmers with extension agents has the likelihood to raise the tendency to practice the integrated farming among poultry farmers.

4. Discussion and Conclusion

That most of the farmers were young implies that they were energetic and were capable of carrying out the daily tasks involved in poultry business. Many young men now run poultry farming business as their parents have handed over the farms to them and only play advisory role because of old age (Ofuoku, 2013). The involvement of young men and women in poultry farming could also be attributed to the establishment of Youth Empowerment through Agriculture and Youth Agricultural Entrepreneurship Programme of the state government in the previous and current regimes. In the programme both male and female youths participated and it was established to empower young graduates for self employment. The involvement of these young adults in poultry farming indicates that the programme was a success.

Most of them subscribed to the membership of farmers' groups as a consequence of the poor ratio of extension officers to farm families. Extension-farmers contact are currently carried out in specialized groups because of the poor ratio of extension personnel to farm families in Nigeria. Agbamu (2005) observed that the ratio of extension agents to farm families started at 1:1000. Farmers groups form a clearing house for knowledge were farmers exchange ideas and knowledge among themselves and with extension agent.

The level of adoption of integrated poultry-vegetable farming practice was high among the poultry farmers. The encouraging adoption level is attributable to the efficacy of the innovation and the effectiveness of the communication between extension agents and the farmers. Ofuoku (2013) opines that the level of adoption of innovations is an index of the effectiveness of the communication process that conveys the innovation messages. The additional income they realize from the sale of vegetables is also a factor that has encouraged the high adoption level among the poultry farmers.

The reasons given by poultry farmers for adoption of the practice ranged from waste recycling, creation of extra income, feed for birds to additional source of food for the farm families. There was a period when poultry waste management was a problem. This was a result of the odour effect on the environment and not many crop farmers adopted poultry waste as fertilizer. However, crop farmer's attention was at its use as fertilizer. The problem persisted after a little while as crop farmers brought the poultry waste only during cropping season, more so when they practice rain fed agriculture. This led to the idea of advising farmers to integrate vegetable production with their usual poultry farming. This solved the problem as the poultry farmers produced vegetables regularly using rain fed and irrigation practice. Ofuoku et al. (2011) found that the use of organic fertilizer is now common among farmers for soil conservation purpose. The vegetables are always in high yield and are sold for extra income. They are more advantageous during gestation periods when birds have not started producing eggs and meat.

The leaves are also fed to the birds as sources of minerals and vitamins to supplement their feeds. The leaf and the fruit vegetables also serve as source of food for the farm families. Consequently the money the farming household heads would have spent on the purpose of these vegetables for their families is saved and used for the procurement of other needs of their families. The money realized from crop farmers at the era when they sold the poultry droppings is expected not to be as much as what they realize since when they adopted the innovation and sold vegetables directly to consumers and also save money in the process as they may not spend money to procure needed vegetables for family use again.

The challenges facing them included high cost of pesticides and fungicides, Low market price of vegetables, pests and diseases infestation, high cost of improved vegetable seeds. The incidence of pests and diseases infestations have been indicted as the cause of an estimated annual yield loss of 25% of crop yields (FAO, 2001). This implies that pests and diseases- are two of the major causes of loss of vegetables. Narratives given by the farmers indicate that pests and diseases make them to spend extra money in the course of vegetable production, thereby increasing their cost of production, considering the high cost of pesticides and fungicides. Fungi diseases are the major diseases they contend with according to them. These fungi diseases have these pests as their vector insects.

They were of the opinion that the sales prices of vegetables in the market are too low. This is more so during the cropping season, however, they were of the opinion that it appreciates during the dry season when they practice irrigation in vegetable production. This means that what (the money) they could not make during the cropping season (raining season) is made by them during the dry season.

The high cost of improved vegetable seeds is prompted just like in the case of pesticides and fungicides, by the fact that most improved vegetable seeds are imported since the output from the Nigeria Horticultural Research Institute is inadequate.

A few of the farmers were desirous of information on sources of improved seeds and horticultural practices. These ones, on observation are those who had not subscribed to membership of farmers' groups. As a consequence of the poor extension, farmer family ratio, extension interactions are carried out in specialized farmers' groups. Their failure to subscribe to membership of these groups has deprived them of access to information, ideas and extension advice.

Socioeconomic characteristics of the farmers such as sex, formal education, household size, farming experience, membership of farmers' groups and extension contact contributed to their level of adoption of integrated poultry-vegetable farming practice. Male poultry farmers are more likely to practice integration of poultry with vegetable farming. Ofuoku (2014) found that poultry farming in Delta State, Nigeria is male dominated. The male poultry farmers being household heads are more likely to practice the integrated farming in order to earn extra income and food source to cater for their households which form part of their responsibilities to their families. From observations men who are household heads always think of how to satisfy their households and raise their standard of living, hence their more involvement in the adoption of the innovative practice.

The higher the level of poultry farmers' formal education is, the more the likelihood of practicing the integration poultry-vegetable farming. This, according to Ofuoku and Albert (2014) is for the reason that education raises one's ability and attitude to inquire into the advantages associated with an innovation or idea. Madukwe (1995) suggests that education is one of the salient variables of adoption of farm practices. Education modifies human behavior and ways of reasoning. Having read and seen what the advantages are, formally educated farmers as innovators do not take long to adopt any innovation. Innovators are always intrinsically motivated to opt for change of practice, especially when the new practice is superior to the one they previously used. Innovators are not risk averse and they like experimenting and venturing into the use of new technologies.

Poultry farmers with large household sizes have more likelihood to practice poultry-vegetable integrated farming. This is attributable to the fact that the practice would contribute to the welfare of the household members. Footing the bills of a large household is a difficult task. In the presence of an opportunity of earning more of extra income will always be a welcome development for such farming household heads. The household head is expected and also expects himself to cater for the needs of his family, including relations as it is the culture in Africa. With such responsibilities staring at him, he becomes motivated to adopt integrated poultry-vegetable farming to earn more income that can contain his expenses towards his household and other relations.

The coefficient of membership of farmers' groups bore a negative sign. This implies that subscription to membership of farmers' group has the likelihood to towards not adopting integrated poultry-vegetable farming practice. The farmer's groups farm clearing houses for exchange of information and ideas among members. As a result of the dearth of extension agents, extension contacts with farmers are mostly done in groups. Groups also influence the behavior of individual members (Ogionwo and Eke, 1999). However, this result is at variance with *a priori* expectation. It is likely that some groups' members play dysfunctional roles in the group and always fail to pay attention to what is communicated to them. Many also do not see anything good coming out of ideas placed before them. Some also subscribe to membership of groups for other private reason other than farming related. This set of members finds such innovation irrelevant to them.

Increased contact of farmers with extension agents has the likelihood to raise the tendency to practice the integrated farming among poultry farmers. Ofuoku (2013), Asiabaka (2006) opine that frequency of extension contact with farmers increases the likelihood of adopting innovations and/or ideas. This means that the more contact extension agents have with farmers the lesser is the likelihood not to be influenced by the extension agents to exhibit a change in behavior. Frequency of contact between farmers and extension agents builds trust between them and this enhances believe in what in themselves and whatever transactions they have together. The healthy relationship between extension agents and farmers contributes to effectiveness of communication and extension teaching-learning process. This consequently leads to adoption of innovations and ideas communicated and taught to the farmers.

Most of the farmers were young men who were also mostly married and had one level of formal education or the other. Most of them operated on small scale according to Nigerian standard. Majority of them had large household sizes with many years of farming experience. Most of them subscribed to membership of farmers' groups with 2 contacts with extension agents monthly. High levels of adoption of poultry – vegetable integrated farming was observed. They adopted the practice because of waste recycling, creation of extra income, feed for birds and vegetables for family consumption. The challenges they contended with ranged from high cost of improved vegetable seeds, pests and disease infestation, high costs of pesticides and fungicides, low market price of vegetables to inadequate information.

Their adoption level of poultry-vegetable integration farming was influenced by their sex, level of formal education, household size, farming experience, membership of farmers' groups and frequency of extension contact. Conclusively, their level of adoption of the practice was very encouraging, meaning that they responded well to the idea of poultry-vegetable integrated farming practice.

However, stemming from the challenges they faced, it is recommended that the Delta State Agricultural Procurement Agency should be revived for the farmers to have access to cheap and improved vegetable seeds; pesticides and herbicides; extension agents should also introduce integrated pest management practice, which will reduce the cost of procurement of this input to them; extension agents need to teach them on the use of organic fungal control; and marketing extension which has been neglected also needs to be re-established to help farmers have access to markets where they will sell at prices that will be reasonable to them.

Acknowledgements

Our gratitude goes to the supportive staff of the Extension Unit of the Faculty of Agriculture of Delta State University. We also thank the poultry farmers used for this study for their kind cooperation and the vehicle drivers who took us to the various locations in the course of this study.

References

- Adebayo, S. A., & Adekunle, O. A. (2016). Socio-economic status of women in group membership in selected areas of Kwara State, Nigeria. *Agrosearch* 16 (1), 57- 64.
- Adebolu, V.O & Ikotun, S.J. (2001). *Role of Research in Sustainable Fisheries Development Towards Poverty Alleviation in Nigeria*. Proceeding of National Workshop for Agricultural and Rural Development in Nigeria. Jos, Nigeria, Pp. 21-33.
- Aderinoye-Abdulwahab, S. A., & Salami, S. T. (2017). Assessment of organic fertilizer usage by vegetable farmers in asa local government area of Kwara State, Nigeria. *Agrosearch*, 17(1), 101– 114.
- Agbamu, J.U. (2011). *Challenges and Prospects of Agricultural Extension in Nigeria*. In Madukwe, M.C. (ed). *Agricultural Extension in Nigeria*, 216 – 229. Ilorin, Nigeria: Agricultural Extension Society of Nigeria.
- Agbamu, J.U. (2011). *Challenges and Prospects of Agricultural Extension in Nigeria*. In Madukwe, M.C (ed). *Agricultural Extension in Nigeria*, 216-229. Ilorin, Nigeria: Agricultural Extension Society of Nigeria.
- Almås, R., Bjorkhaug, H. & Rivera-Ferre, M.G. (2011). Agriculture and climate change: introduction. *International Journal of Sociology of Agriculture and Food*, 18(3), 162–166.
- Antti, P., Kortetmäki, T., Paloviita, A. & järvelä, M. (2015). Social acceptance of climate change adaptation in farms and food enterprises: A case study in Finland. *International Journal of Sociology of Agriculture and Food*, 22(2), 105–123.
- Asiabaka, C.C. (1996). *Factors Influencing the Adoption of Cassava Plant Protection Among Farmers in Nigeria*. Benin: IITA and ESCAPP.
- Byerlee, D., de Janvry, A. & Sadoulet E. (2009) Agriculture for development: toward a new paradigm. *Annual Review of Resource Economics*, 1,15-31.
- Council for Agricultural Science and Technology. (1999). *Animal Agriculture and Global Food Supply*. In Task Force Report, No. 135. Ames, Iowa: CAST.

- Delgado, C., M. Rosegrant, H. Steinfeld, S. Ehui and C. Courbois. (1999). *Livestock to 2020: The Next Food Revolution*. Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper 28, Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute.
- Deressa, T. T., Hassan, R. M., Ringler, C., Alemu, T. & Yusuf, M. (2009). *Determinants of Farmers' Choice of Adaptation to Climate Change in Nile Basin of Ethiopia*. Global Environmental Change.
- DTADP. (2008). *A Handbook on Poultry Farming*. Asaba, Nigeria: Delta State Agricultural Development Programme.
- FAO (2001). Bulletin of Statistics Rome, Italy: Food and Agriculture Organization.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2000). *Small Ponds Make a Big Difference: Integrating Fish with Crop and Livestock Farming*. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). *Mixed crop-Livestock Farming: A Review of Traditional Technologies based on literature and Field Experience*. Animal Production and Health Paper 152. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2003). *Integrated Livestock Fish Farming Systems*. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2007). *Tropical Crop-Livestock Systems in Conservation Agriculture. The Brazilian Experience*. Rome: FAO.
- Foster, A. & Rosenzweig, M. (2010). Microeconomics of technology adoption. *Annual Review of Economics*, 2, 395-424.
- Hamidu, B.M., Murtala, N., Lliyasu, A.Y. & Adamu, I.P. (2006). Assessment of adoption of afforestation innovations extension in Dambata L. G.A of Kano State. *Journal of Agricultural Extension*, 4, 51-55.
- Ibeawuchi, I.I., Okoli, N.A., Alagba, R. A., Ofor, M. O., Emma-Okafor, L. C., Peter-Onoh, C.A. & Obiefuna, J.C., (2015). Fruit and vegetable crop production in Nigeria: the gains, challenges and the way forward. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5 (2), 21-28.
- Karaturhan, B., Uzmay, A. & Koc, G. (2018). Factors affecting the probability of rural women's adopting organic farming on family farms in Turkey. *Ege Universitesi Ziraat Fakultesi Dergisi*, 55(20), 153-160.
- Madukwe, M.C. (1995). Obstacles to the adoption of yam miniselt technology by small scale farmers of South Eastern Nigeria. *AGROSEARCH*, 1(1), 1-5.
- Ministry of Land and Survey (1991). *Delta State Gazette*. Asaba: Delta State Government.
- Obi, F. O. Ugwuishiwu, B. O. & Nwakaire, J. N. (2016). Agricultural waste concept, generation, utilization and management. *Nigerian Journal of Technology*, (35) 4, 957 – 964.
- Ofuoku, A.U. (2011). Effect of Social Stratification on extension – farmer contact among poultry farmers in Delta State, Nigeria. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 17 (384), 143-152.
- Ofuoku, A.U. (2013). *Communication process and effectiveness of Agricultural Technology Messages in poultry production in Delta State, Nigeria*. Ph.D thesis Postgraduate School, Rivers State, University of Science and Technology, Post Harcourt, Nigeria.
- Ofuoku, A.U. (2013b). Willingness of farmers to participate in farmers' groups. *Journal of Extension Systems*, 29(1), 51-63.
- Ofuoku, A.U. & Albert, C.O. (2014). Conservation of traditional agricultural knowledge in Delta State, Nigeria. *Social Change*, 44(3), 401-412.
- Ofuoku, A.U. & Urang, E. (2012). Effect of cohesion on loan repayment in farmers' cooperative societies in Delta State, Nigeria. *Agricultural-Science and Practice Journal*, 3-4 (83-84), 131-139.
- Ofuoku, A.U., Egbuchua, C & Okonmah, L.U. (2011). A Tobit analysis of propensity to adopt soil conservation practices among arable crop farmers in Delta State, Nigeria. *Agriculture – Science and Practice Journal*, 1-2 (77-78), 10-18.
- Ofuoku, A.U., Olele, N.F & Emah, G.N (2008). Determinants of adoption of improved fish production technologies among fish farmers in Delta State, Nigeria. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 14(4), 297-306.
- Ogionwo, W. & Eke, P. (1999). *An Introduction to Social Psychology*. Owerri, Nigeria: Springfield Publishers.
- Paarlberg, R. (2013). *Food politics: What everyone needs to know?* Oxford: Oxford University Press.

- Parveen, K. & Nazhat, k. (2015). NGOs: A link between the rural women entrepreneurs and city dwellers. *The Research Journal of Management Sciences*, 4(3), 6-8.
- Rehman, k., Ying, Z., Andleeb, S., Jiang, Z. & Olajide, E. K. (2016). Short term influence of organic and inorganic fertilizers on soil microbial biomass and DNA in summer and spring. *Journal of Northeast Agricultural University*, 23(1), 20-27.
- Stuart, T. (2009). *Waste: Uncovering the Global Food Scandal*. New York: W.W. Norton & Company.
- Thiele, L.P. (2013) *Sustainability*. Cambridge: Polity Press Ltd.
- Yonter, G. & Uysal, H. (2018). Effects of humid substance on some erosion parameters of a sandy clay loam soil and pH and EC of drainage water. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(3), 299-304.
- Yonter, G. & Uysal, H. (2016). Tutin atiginin (serme ve karistirma) tin bunyeli bir topragin bazi erozyon parametreleri ve kimyasal ozellikleri uzerine etkilkeri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 19-24.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

Depolama Süresinin Farklı Kurutma Yöntemleri ile Kurutulmuş Kamkat Dilimlerinin Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi**

Demet YILDIZ TURGUT^{*1}, Ayhan TOPUZ²

¹Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 07100, Antalya, Türkiye

²Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 07070, Antalya, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-7486-3701> ²<https://orcid.org/0000-0002-6610-9143>

*Sorumlu yazar e-posta: demet.yildizturgut@tarimorman.gov.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 06.11.2019

Kabul: 18.01.2020

Online Yayınlanma 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.643636

Anahtar kelimeler

Ascorbik asit,
Depolama,
5-hidroksimetilfurfural,
Kurutma,
Su aktivitesi.

Öz: Bu çalışmada farklı kurutma yöntemleri ile kurutulmuş kamkat dilimleri oda sıcaklığında 4 ay depolanmış ve depolama süresinde ürün kalitesi ve stabilitesi incelenmiştir. Bu amaçla, kamkat dilimleri suda haşlama ön işlemi ve ön işlemsiz olarak sıcak hava, vakum, ultrason destekli ozmotik ön kurutma sonrası sıcak hava ve mikrodalga destekli sıcak hava kurutma olmak üzere 4 kurutma yöntemi ile kurutulmuştur. Depolama süresinde kurutulmuş kamkat dilimlerinin nem içerikleri ve su aktivitesi değerleri artış göstermiş, en düşük artış ön işlemsiz sıcak hava kurutma yöntemi ile kurutulan örneklerde belirlenmiştir. Genel olarak, depolamanın sonunda kurutulmuş kamkat dilimlerinin L*, b*, kroma, hue açısı değerleri azalış göstermiş, a* ve TRD değerleri ise artış göstermiştir. Depolama sürecinde, HMF değerleri 0.39-46.79 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Depolama periyodunda kurutulmuş örneklerin askorbik asit içeriğinin %28.36-75.61 oranında kayba uğradığı gözlenmiştir. Çalışma sonucunda kamkat dilimlerinin ön işlemsiz olarak kurutulmasının 4 aylık depolama süresinde incelenen kalite özellikleri açısından daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Effect of Storage Time on Some Quality Characteristics of Dried Kumquat Slices by Different Drying Methods

Article Info

Received: 06.11.2019

Accepted: 18.01.2020

Online Published 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.643636

Keywords

Ascorbic acid,
Storage,
5-hydroxymethylfurfural,
Drying,
Water activity.

Abstract: In this study, dried kumquat slices by different drying methods were stored at room conditions for 4 months and the product quality and stability were investigated during storage. For this purpose, the kumquat slices were dried by four drying methods including hot air, vacuum, ultrasound assisted osmotic pre-drying with hot air, and microwave assisted hot air drying with pretreatment by water blanching and without pretreatment. The moisture content and water activity values of dried kumquat slices increased during storage, and the lowest increase was determined in samples dried by hot air drying method without pretreatment. In general, L*, b*, chroma, hue angle values decreased, while a* and TRD values increased in all dried samples at the end of the storage. HMF values were ranged from 0.39 to 46.79 mg/kg during storage. It was observed that the ascorbic acid content of dried samples lost 28.36-75.61% during storage period. As a result of the study, it has been determined that drying of kumquat slices by without pretreatment is more suitable in terms of the examined quality properties during storage for 4 months.

**Bu çalışma "Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Kamkatın (*Fortunella margarita* Swing.) Bazı Kalite Özellikleri ve Depolamaya Bağlı Değişimi" adlı doktora tezinin bir bölümüdür.

1. Giriş

Meyve ve sebzelerin içerdiği %80-95 oranındaki su bu ürünlerin kısa sürede bozulmalarına neden olabilmektedir. Kurutma işlemi ile gıdaların bileşiminde bulunan, serbest su içeriği azaltılmakta, dolayısıyla gıdaların su aktiviteleri düşürülmekte ve böylece depolama sırasında meydana gelebilecek mikrobiyolojik, kimyasal ve enzimatik bozulmaların engellenmesi mümkün olabilmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003; Us, 2006; Rodriguez ve ark., 2017). Kurutma ile gıda maddelerinin raf ömrünün uzatılması yanında, paketleme, taşıma ve depolama maliyetlerinin düşürülmesi sağlanmaktadır. Meyve ve sebzelerdeki hasat sonrası kayıplar kurutma işlemi ile %70 oranında azaltılabilmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003; Doymaz, 2007; Saçılık, 2007; Darvishi ve ark., 2014).

Kurutma işlemi sırasında ısı ve kütle aktarımı sebebiyle son ürünün renk, yapı, aroma ve besin değeri gibi kalite özelliklerini etkileyen birçok fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal değişiklikler meydana gelmektedir (Di Scala ve Crapiste, 2008; Vega-Galvez ve ark., 2009). Yüksek ve standart kalitede kurutulmuş ürün elde etmeye yönelik olarak birçok endüstriyel kurutma metodu geliştirilmiştir. Bunlar arasında mikrodalga kurutma, vakum kurutma, sıcak hava kurutma, ozmotik dehidrasyon ve dondurarak kurutma en yaygın kullanılan kurutma yöntemleridir (Krokida ve Maroulis, 2000; Marques ve ark., 2006; Sagar ve Kumar, 2010).

Son yıllarda sağlıklı olmaları ve kullanım kolaylıkları nedeniyle kurutulmuş atıştırmalık meyve ürünlerine olan talep giderek artmaktadır (Joshi ve ark., 2011; Jiang ve ark., 2017). Günümüzde gıdaların gerek işlenmesi gerekse depolanması aşamalarında sadece mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmaların engellenmesi değil aynı zamanda yararlı bileşenlerin yüksek derecede korunması gıda endüstrisinin en önemli amaçlarından biridir (Methakhup ve ark., 2005; Udomkun ve ark., 2016). Kurutulmuş meyveler depolama ve taşıma sırasında ışık, oksijen, sıcaklık ve nem gibi birçok çevresel etkenlere maruz kalabilmektedir. Bu faktörlerin etkisiyle kurutulmuş ürünlerde esmerleşme ve kimyasal bozulma reaksiyonları sonucu renk, tat, aroma ve besin içeriğinde kayıplar olabilmektedir (Udomkun ve ark., 2016). Kurutulmuş ürünlerin depolanması sırasındaki kalite değişimleri materyalin fiziksel ve kimyasal özellikleri, kurutma yöntemleri, kurutma öncesi uygulanan ön işlemler, ambalaj materyali, depolama sıcaklığı, nemi ve süresi ile çevresel faktörlere bağlıdır (Uddin ve ark., 2002; Yen ve ark., 2008; Topuz ve ark., 2009; Gölükcü, 2015; Udomkun ve ark., 2016).

Rutacea familyasının *Fortunella* cinsi içerisinde yer alan kamkat, ülkemizde Doğu Karadeniz, Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen bir bitki türüdür. Kamkat meyvesi hasattan sonra hem içerdiği %80'in üzerindeki su miktarı hem de yüksek solunum hızı nedeniyle çabuk bozulabilen bir meyvedir ve soğukta muhafaza ömrü ancak birkaç haftadır (Schirra ve ark., 2008). Bu meyve diğer turunçgil meyvelerine benzemekle birlikte, taze tüketim açısından kabuğu ile birlikte tüketilebilmektedir (Koyasaka ve Bernhard, 1983). Kamkat meyvesi endüstride reçel, marmelat, şarap, likör gibi ürünlerin dışında, özellikle yetiştiriciliğinin yaygın yapıldığı Uzak Doğu ülkelerinde kurutulmuş olarak değerlendirilmektedir (Chiu ve Chang, 1998; Wang et al., 2012; Lou ve ark., 2015). Literatürde kamkatın kurutulması ile ilgili sınırlı sayıda araştırmaya rastlanmıştır (Lou ve ark., 2015; İzli ve ark., 2018; Özcan-Sinir ve ark., 2018).

Bu çalışmada ön işlemler (haşlama) ve ön işlemsiz olarak farklı yöntemlerle kurutulmuş kamkat dilimlerinin, 4 aylık depolama süresinde su aktivitesi ve renk özellikleri ile askorbik asit ve 5-hidroksimetilfurfural içeriğindeki değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan "Nagami" (*Fortunella margarita* Swingle) kamkat çeşidine ait meyveler Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM) parsellerinden 2017 Ocak ayı içerisinde hasat edilmiştir. Kurutma çalışmaları öncesi, hasat edilen meyvelerin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir.

2.1. Kurutma öncesi uygulanan ön işlemler

Kurutma çalışmaları öncesinde meyveler musluk suyu ile yıkanıp kurulanmış ve kalınlığı ayarlanabilen paslanmaz çelik bıçaklı dilimleyici (OXO Good Grips, New York, ABD) yardımıyla silindirik olarak 4 mm kalınlığında dilimlenmiştir. Kamkat dilimleri ön işlemler (haşlama) ve ön işlemsiz

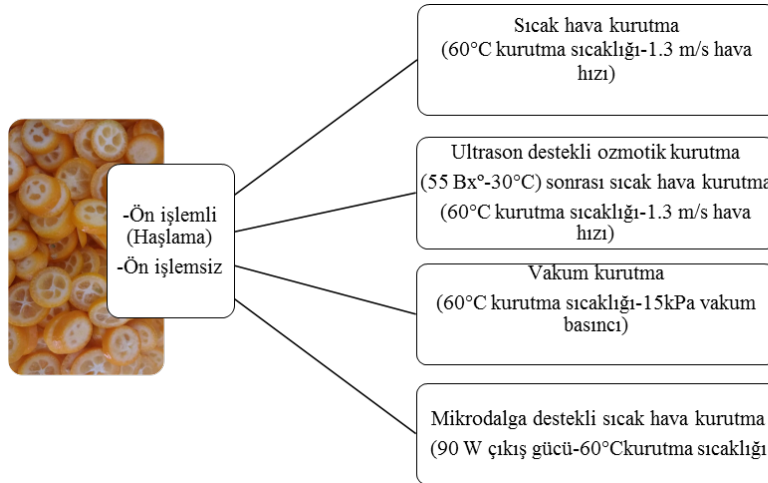
olarak iki gruba ayrılmıştır. Ön işlem olarak kamkat dilimleri 5 dk süre ile 100°C'deki saf su içerisinde meyve su oranı 2:5 olacak şekilde haşlama işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra süzülerek, filtre kâğıdı üzerinde suları giderilmiştir.

2.2. Kurutma yöntemleri ve depolama

Kamkat dilimleri ön işlemlili ve ön işlemsiz olarak sıcak hava (SH), vakum (V), ultrason destekli ozmotik ön kurutma sonrası sıcak hava ile tamamlayıcı kurutma (US-SH) ve mikrodalga destekli sıcak hava kurutma (M-SH) olmak üzere 4 farklı kurutma yöntemiyle yaş baza göre % 12±1 nem içeriğine kadar kurutulmuştur. Kurutma işlemlerinde her uygulama için 400 g kamkat dilimi kullanılmıştır. Kurutma uygulamaları 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Kurutma çalışmalarına ait diyagram Şekil 1'de verilmiştir.

Kamkat dilimlerinin sıcak hava ile kurutulmasında Laboratuvar tipi tepsili kurutucu (EKSİS Endüstriyel Kurutma Sistemleri, Isparta) kullanılmıştır. Kurutma denemeleri 60°C hava sıcaklığında ve 1.3 m/s sabit hava hızında gerçekleştirilmiştir. Vakum kurutma denemeleri vakumlu kurutucuda (VacuCell VUS-B2V/VU55, MMM Medcenter, Almanya) 60°C sıcaklıkta ve 15 kPa vakum altında gerçekleştirilmiştir. Ultrason destekli ozmotik kurutma işleminde, ön işlemlili ve ön işlemsiz kamkat dilimleri 35 kHz frekansta çalışan ultrasonik su banyosunda (Bandelin, Model RK-510 H, Almanya) %55 şeker çözeltisi içerisinde meyve çözelti oranı 1:5 olacak şekilde 30°C'de 2 saat ön kurutmaya tabi tutulmuştur. İşlem sonrasında çözeltiden çıkarılan dilimlerin yüzeyindeki çözelti kalıntısını uzaklaştırmak amacıyla saf suya daldırılmış ve filtre kâğıdı ile kurulanmıştır. Ultrason destekli ozmotik kurutma sonrası sıcak hava kurutma fırınında 60°C hava sıcaklığında ve 1.3 m/s sabit hava hızında tamamlayıcı kurutma yapılmıştır. Mikrodalga destekli sıcak hava kurutma işlemi çok fonksiyonlu mikrodalga fırında (Siemens HB86K575) 90 Watt (W) güçte (spesifik mikrodalga gücü 4.44 W/g), 60°C hava sıcaklığında ve 1.3 m/s sabit hava hızında gerçekleştirilmiştir.

Kurutma çalışmaları ön işlemsiz kamkat dilimlerinde SH, V, US-SH ve M-SH yöntemleri için sırasıyla 200, 810, 300 ve 75 dk, ön işlemlili kamkat dilimlerinde ise sırasıyla 90, 600, 240 ve 65 dk sürdürülmüştür.



Şekil 1. Kamkat dilimlerinin kurutma uygulamalarına ait diyagram.

Kurutulmuş kamkat dilimleri ticari koşullarda olduğu gibi 100 g'lık düşük yoğunluklu polietilen torbalar içerisinde ve oda sıcaklığında (22-24°C) 4 ay süreyle depolanmıştır. Depolama süresince her ay ürünlerin nem miktarı, su aktivitesi (a_w), renk değerleri (L^* , a^* , b^* , kroma, hue açısı, toplam renk değişimi), HMF (5-hidroksimetilfurfural) ve askorbik asit içerikleri belirlenerek, bu kriterlerin değişimi incelenmiştir.

2.3. Analizler

Kamkat meyvelerinde meyve ağırlığı (g) hassas terazi yardımıyla, meyve çapı (mm) ve boyu (mm) ise dijital bir kumpas ile belirlenmiştir. Meyvelerin pH ve titrasyon asitliği (susuz sitrik asit cinsinden) değerleri ile suda çözünabilir kuru madde miktarı (SÇKM) ise Cemeroğlu (2007) tarafından önerilen yöntemlerle saptanmıştır. Örneklerin nem içerikleri AOAC (2000) (Metot 986.21) nem tayin yöntemine göre belirlenmiştir. Örneklerin su aktivitesi değerleri su aktivitesi ölçüm cihazı (Novasina Lab-swift, İsviçre) ile 25°C’de belirlenmiştir. Kurutulmuş kamkat dilimlerinin CIE (Uluslararası Aydınlatma Sistemi-Commission Internationale de l’Eclairage) L*, a*, b* renk değerleri Minolta CR 400 (Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı ile üç farklı noktadan D65 ışık kaynağı kullanılarak belirlenmiştir. Ölçülen L*, a*, b* değerlerinden kroma (renk doygunluğu) 1 No’lu, hue açısı (renk yoğunluğu açısı) 2 No’lu, TRD (toplam renk değişimi) 3 No’lu eşitlikler yardımıyla hesaplanmıştır (Chen et al., 2005; Pathare et al., 2013; Darvishi et al., 2014; Akdaş and Başlar, 2014; Ghanem Romdhane et al., 2015).

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

$$H^\circ = \tan^{-1} \frac{b^*}{a^*} * \frac{180}{\pi} \quad (2)$$

$$TRD = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3)$$

Askorbik asit analizi Sdiri ve ark. (2012)’ ye göre yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla örnekler %3’lük metafosforik asit (H₃PO₃) çözeltisi ile ekstrakte edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar santrifüj sonrası, 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden (Cronus, SMI-Labhut Ltd, Gloucester, Birleşik Krallık) geçirilerek HPLC cihazına verilmiştir. Analizde Shimadzu 2030 C 3 d Prominence-i (Japonya) model HPLC cihazı ile aynı model PDA (Photo-diode Array) dedektör kullanılmıştır. Analizde mobil faz olarak pH’sı ortofosforik asit (H₃PO₄) çözeltisi ile pH’sı 2.3’e ayarlanmış %2’lik potasyum dihidrojen fosfat (KH₂PO₄) kullanılmıştır. Analiz İnertsil ODS-3 C-18 kolon (5µm, 250x4.6 i.d.) (GL Sciences, Japonya) ile 243 nm dalga boyunda, izokratik olarak 0.5 mL/dk akış hızında gerçekleştirilmiştir. Kullanılan enjeksiyon hacmi 10 µL, kolon sıcaklığı ise 25°C’dir. Sonuçlar 1-200 mg/L konsantrasyon aralığında hazırlanan standart askorbik asit eğrisi ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe göre mg/100 g km (kuru madde) olarak hesaplanmıştır.

Örneklerin HMF içeriği HPLC cihazı ile Tontul and Topuz (2017) tarafından önerilen yöntemle göre belirlenmiştir. Bu doğrultuda kurutulmuş örnekler saf su ile 10 kat seyreltilmiş, 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden (Cronus, SMI-Labhut Ltd, Gloucester, Birleşik Krallık) geçirilerek HPLC cihazına verilmiştir. Sonuçlar 0.5-20 mg/L konsantrasyon aralığında hazırlanan standart HMF eğrisi ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe göre mg/100 g km olarak hesaplanmıştır. Analiz Shimadzu 20 AD serisi (Shimadzu, Tokyo, Japonya) HPLC cihazında, SPD-M20A model PDA dedektör ile gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak su:metanol (90:10, v/v) kullanılmıştır. HMF analizi İnertsil ODS-3 C-18 (5µm, 250x4.6 i.d.) (GL Sciences, Japonya) kolon ile 285 nm dalga boyunda, 1 mL/dk akış hızında izokratik olarak gerçekleştirilmiştir. Analizde kullanılan enjeksiyon hacmi 20 µL, kolon sıcaklığı ise 25°C’dir.

Çalışma 3 tekrarlı yürütülmüştür. Analiz sonuçlarına varyans analizi uygulanmış, önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur. İstatistiksel analizlerde SAS istatistik paket programı (Version 6.12, SAS Institute, Cary, NC, ABD) kullanılmış, sonuçlar ortalama±standart sapma (ort±std) olarak verilmiştir.

3. Bulgular

3.1. Materyal olarak kullanılan kamkat meyvesinin bazı özellikleri

Araştırma kapsamında kullanılan Nagami çeşidi kamkatın incelenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1’de yer almaktadır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan kamkat meyvelerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

| Özellik | Değer (ort±std) |
|--------------------------------|-----------------|
| Meyve ağırlığı (g) | 12.58 ± 1.60 |
| Meyve çapı (mm) | 2.24± 0.11 |
| Meyve boyu (mm) | 3.52± 0.26 |
| pH | 3.21 ± 0.20 |
| Titrasyon asitliği (g/100 g) | 1.84± 0.32 |
| SÇKM (°Bx) | 15.11± 1.21 |
| Su aktivitesi | 0.903 ± 0.03 |
| Toplam kuru madde (%) | 15.25 ± 3.06 |
| Askorbik asit (mg/100 g km) | 298.35±0.76 |
| Meyve kabuğunun renk değerleri | |
| L* | 61.26 ±1.52 |
| a* | 28.60±2.21 |
| b* | 59.95±2.44 |
| Kroma | 66.46±2.49 |
| Hue açısı | 64.49±1.85 |
| Meyve püresinin renk değerleri | |
| L* | 62.14± 0.16 |
| a* | 3.70 ± 0.32 |
| b* | 53.99± 0.58 |
| Kroma | 54.12± 0.77 |
| Hue açısı | 86.07± 0.66 |

3.2. Nem içeriği ve su aktivitesindeki değişimler

Depolama sürecinde ön işlemin, kurutma yöntemlerinin ve depolama süresinin örneklerin nem içeriğine etkisi önemli ($p<0.05$; $p<0.001$) bulunurken, ön işlem x kurutma yöntemi x depolama süresi interaksyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Depolamanın başlangıcında örneklerin nem içerikleri (%11.65-12.90) arasında önemli bir fark bulunmazken ($p>0.05$), depolama süresinin sonunda en yüksek nem içeriği ön işlemliler olarak M-SH yöntemi ile kurutulan örneklerde (%15.12), en düşük nem içeriği ise ön işlemliler SH örneğinde belirlenmiştir (Çizelge 3). Depolama süresi içerisinde örneklerin nem içeriği %11.08-25.40 oranında artış göstermiştir. En az artış ön işlemliler SH yöntemi ile kurutulan örneklerde gözlenirken, bu artış önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Depolamanın sonunda nem içeriğinde en yüksek artış ise ön işlemliler US-SH yöntemi ile kurutulan örneklerde belirlenmiştir. Genel olarak ön işlemliler kurutulan örneklerdeki nem artış oranı (%14.01-25.40), ön işlemliler kurutulmalardan (%11.08-20.29) daha fazla olmuştur.

Kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolama süresine bağlı olarak a_w değişimi Çizelge 3'te verilmiştir. Tüm varyasyon kaynaklarının depolama süresince a_w değerleri üzerine etkisi önemli ($p<0.001$) bulunmuştur (Çizelge 2). Depolamanın başlangıcında en yüksek su aktivitesi değerleri ön işlemliler US-SH, M-SH ve ön işlemliler V yöntemi ile kurutulan örneklerde, en düşük su aktivitesi ise ön işlemliler SH yöntemi ile kurutulan örneklerde belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolama süresi içerisinde ise en yüksek a_w değerleri ön işlemliler M-SH yöntemi ile kurutulan örneklerde belirlenmiştir. Depolama sonucu en yüksek nem içeriğine sahip örneğin ön işlemliler M-SH yöntemi ile kurutulan örnek olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Depolamanın sonunda tüm örneklerin a_w değerleri %34.38-82.22 oranında artış göstermiştir. En yüksek artış oranı ön işlemliler SH, en düşük artış oranı ise ön işlemliler SH yöntemi ile kurutulan örneklerde gerçekleşmiştir. Depolama sonunda nem içeriğindeki değişime benzer şekilde, ön işlemliler kurutulan örneklerdeki a_w artış oranı (%64.85-82.22), ön işlemliler kurutulmalardan (%34.38-61.67) daha yüksek olmuştur.

Çizelge 2. Depolama sürecinde incelenen kalite özelliklerine ait varyans analiz tablosu

| Varyasyon kaynakları | SD | Nem içeriği | a _w | L* | a* | b* | Kroma | Hue açısı | TRD | HMF | Askorbik asit |
|----------------------|----|-------------|----------------|-----|-----|-----|-------|-----------|-----|-----|---------------|
| Ön işlem (Ö) | 1 | * | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| Kurutma yöntemi (K) | 3 | *** | *** | *** | *** | *** | ** | *** | *** | *** | *** |
| Depolama süresi (D) | 4 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| Ö x K x D | 12 | - | *** | *** | ** | * | ** | - | - | *** | *** |
| Hata | 80 | | | | | | | | | | |

(***)= $p < 0.001$; (**)= $p < 0.01$; (*)= $p < 0.05$; (-) = Önemli değil

Çizelge 3. Farklı yöntemlerle ön işlemlenmiş ve ön işlemlenmemiş kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolama sürecinde nem içeriklerinin ve su aktivitesi değerlerinin değişimi.

| | Kurutma Yöntemleri | Depolama süresi (Ay)* | | | | | |
|----------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | 0. | 1. | 2. | 3. | 4. | |
| Nem (%) | ÖN İŞLEMSİZ | SH | 12.90±1.84 ^{aA} | 13.13±0.55 ^{baA} | 13.73±0.33 ^{aA} | 13.90±0.08 ^{ba} | 14.33±0.24 ^{ca} |
| | | V | 12.29±0.28 ^{ad} | 13.25±0.29 ^{baC} | 13.79±0.20 ^{ab} | 13.90±0.23 ^{bb} | 14.41±0.17 ^{ca} |
| | | US-SH | 12.22±0.90 ^{aC} | 13.45±0.58 ^{aB} | 13.87±0.46 ^{aBA} | 14.41±0.39 ^{aBA} | 14.70±0.12 ^{bcA} |
| | | M-SH | 12.85±0.09 ^{ad} | 13.22±0.17 ^{baC} | 14.00±0.24 ^{ab} | 14.53±0.16 ^{aA} | 14.84±0.22 ^{baA} |
| | ÖN İŞLEMLİ | SH | 12.06±0.48 ^{aC} | 12.79±0.87 ^{baBC} | 13.59±0.48 ^{aBA} | 13.72±0.38 ^{baA} | 14.59±0.32 ^{bcA} |
| | | V | 12.84±0.24 ^{aC} | 12.72±0.25 ^{baC} | 12.90±0.08 ^{bc} | 13.70±0.12 ^{bb} | 14.64±0.06 ^{bcA} |
| | | US-SH | 11.65±2.10 ^{aC} | 12.39±0.38 ^{baBC} | 12.83±0.20 ^{baAC} | 13.57±0.12 ^{baA} | 14.61±0.23 ^{bcA} |
| | | M-SH | 12.74±0.62 ^{ad} | 13.58±0.12 ^{aC} | 14.08±0.20 ^{abC} | 14.64±0.27 ^{aBA} | 15.12±0.17 ^{aA} |
| a _w | ÖN İŞLEMSİZ | SH | 0.253±0.00 ^{cd} | 0.279±0.00 ^{ec} | 0.296±0.00 ^{eb} | 0.336±0.01 ^{ea} | 0.340±0.00 ^{fa} |
| | | V | 0.257±0.02 ^{bcD} | 0.273±0.00 ^{edC} | 0.286±0.00 ^{fc} | 0.332±0.01 ^{eb} | 0.372±0.00 ^{ea} |
| | | US-SH | 0.280±0.00 ^{ae} | 0.354±0.00 ^{ad} | 0.365±0.00 ^{bc} | 0.390±0.03 ^{eb} | 0.417±0.00 ^{da} |
| | | M-SH | 0.278±0.00 ^{ae} | 0.317±0.00 ^{dcD} | 0.374±0.00 ^{bc} | 0.419±0.00 ^{bb} | 0.450±0.00 ^{ba} |
| | ÖN İŞLEMLİ | SH | 0.236±0.00 ^{de} | 0.323±0.00 ^{cd} | 0.340±0.00 ^{dc} | 0.352±0.00 ^{db} | 0.430±0.00 ^{ca} |
| | | V | 0.276±0.00 ^{ae} | 0.315±0.00 ^{bd} | 0.336±0.00 ^{dc} | 0.395±0.01 ^{eb} | 0.445±0.00 ^{ba} |
| | | US-SH | 0.258±0.00 ^{bcE} | 0.343±0.00 ^{bd} | 0.361±0.00 ^{cc} | 0.393±0.00 ^{eb} | 0.451±0.00 ^{ba} |
| | | M-SH | 0.272±0.00 ^{bcE} | 0.361±0.00 ^{ad} | 0.419±0.00 ^{ac} | 0.459±0.00 ^{ab} | 0.475±0.00 ^{aA} |

*Aynı sütundaki farklı üstel küçük harflerle aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler ortalamaların $p < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir (n=3).

3.3. Renk değerlerindeki değişimler

Kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolamaya bağlı renk değerleri değişimi Çizelge 4'te yer almaktadır. Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 2) göre varyasyon kaynaklarının kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolama süresi boyunca L* değerlerine etkisi $p < 0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Depolama başlangıcında ve sonunda en yüksek L* değeri ön işlemlenmiş US-SH yöntemi ile kurutulan örneklerde belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca L* değerleri bazı uygulamalarda dalgalanmalar gösterse de genel olarak başlangıca göre %6.46 ile %29.88 oranında azalış göstermiştir (Çizelge 4). En düşük oranda azalış ön işlemlenmiş US-SH yönteminde, en yüksek oranda azalış ise ön işlemlenmemiş V yönteminde gerçekleşmiştir.

Depolama süresince varyasyon kaynaklarının kurutulmuş kamkat dilimlerinin a* değerlerine etkisi önemli ($p < 0.001$; $p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 2). Depolama sonunda ön işlemlenmiş ve ön işlemlenmemiş M-SH yöntemi ile kurutulan örnekler hariç, diğer örneklerin a* değerleri %5.40-78.33 arasında artış göstermiştir. a* değerindeki en düşük artış oranı ön işlemlenmiş V, en yüksek artış oranı ise ön işlemlenmemiş US-SH yöntemiyle kurutulan örneklerde gerçekleşmiştir. a* değerindeki artış kırmızılığın artışına yani esmerleşme reaksiyonlarına işaret etmektedir (Krokida ve Maroulis 2000). Depolama sonunda en yüksek a* değeri ön işlemlenmemiş SH örneğinde, en düşük a* değeri ise ön işlemlenmiş US-SH yönteminde tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Farklı yöntemlerle ön işlemlenmiş ve ön işlemlenmiş kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolama sürecinde renk değerleri değişimi.

| Renk parametreleri | Kurutma Yöntemleri | Depolama süresi (Ay)* | | | | | |
|--------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | 0. | 1. | 2. | 3. | 4. | |
| L* | ÖN İŞLEMSİZ | SH | 69.16±0.97 ^{bc} | 72.91±1.11 ^{aA} | 70.95±0.87 ^{aB} | 65.78±0.62 ^{bD} | 53.39±0.89 ^{dcE} |
| | | V | 70.29±0.33 ^{ba} | 67.17±1.21 ^{cb} | 66.80±0.46 ^{bb} | 60.44±2.24 ^{dc} | 51.39±0.78 ^{dD} |
| | | US-SH | 69.09±1.48 ^{ba} | 68.27±1.23 ^{cbA} | 67.75±1.42 ^{baA} | 66.62±0.95 ^{ba} | 61.18±2.48 ^{bb} |
| | | M-SH | 66.12±0.56 ^{cA} | 66.69±1.01 ^{cA} | 61.71±0.71 ^{cb} | 61.45±1.19 ^{cb} | 54.51±0.62 ^{cC} |
| | ÖN İŞLEMLİ | SH | 57.39±0.63 ^{eb} | 58.62±0.23 ^{eb} | 61.39±2.87 ^{cA} | 58.46±1.62 ^{dB} | 52.34±0.18 ^{dc} |
| | | V | 61.66±1.19 ^{da} | 61.22±0.44 ^{da} | 57.85±1.67 ^{dB} | 54.77±0.28 ^{cC} | 53.49±2.03 ^{dc} |
| | | US-SH | 71.35±0.22 ^{aA} | 69.77±1.58 ^{baA} | 69.87±3.86 ^{baBA} | 72.52±1.59 ^{aA} | 66.74±0.48 ^{aB} |
| | | M-SH | 60.75±0.15 ^{da} | 59.02±0.13 ^{eb} | 56.10±0.89 ^{dc} | 52.14±0.33 ^{fe} | 53.78±1.65 ^{dcD} |
| a* | ÖN İŞLEMSİZ | SH | 7.09±0.07 ^{eb} | 5.01±0.80 ^{fc} | 5.64±0.29 ^{cC} | 6.41±0.07 ^{dB} | 8.78±0.18 ^{cA} |
| | | V | 8.94±0.03 ^{dB} | 8.32±0.05 ^{dc} | 10.23±0.26 ^{ba} | 10.63±0.61 ^{cbA} | 10.26±0.06 ^{ba} |
| | | US-SH | 4.57±0.47 ^{fc} | 6.49±0.91 ^{eb} | 7.09±0.99 ^{cbA} | 5.88±0.55 ^{edBC} | 8.15±1.19 ^{dcA} |
| | | M-SH | 8.84±0.25 ^{dc} | 9.78±0.51 ^{cb} | 11.19±0.12 ^{ba} | 10.13±0.16 ^{cb} | 8.28±0.17 ^{dcD} |
| | ÖN İŞLEMLİ | SH | 11.04±1.92 ^{bb} | 13.19±0.15 ^{aA} | 10.18±1.29 ^{bb} | 9.91±0.71 ^{cb} | 13.23±0.18 ^{aA} |
| | | V | 10.17±0.06 ^{ba} | 11.58±0.86 ^{ba} | 10.29±0.92 ^{ba} | 11.57±0.95 ^{ba} | 10.72±0.28 ^{ba} |
| | | US-SH | 5.67±0.21 ^{fbA} | 7.17±1.40 ^{edA} | 6.71±1.77 ^{cbA} | 4.76±1.23 ^{eb} | 7.54±0.49 ^{da} |
| | | M-SH | 13.44±0.23 ^{aA} | 13.29±0.08 ^{aBA} | 13.36±0.23 ^{aA} | 12.85±0.29 ^{aB} | 10.46±0.27 ^{bc} |
| b* | ÖN İŞLEMSİZ | SH | 47.87±0.74 ^{da} | 49.18±1.35 ^{baA} | 48.12±1.47 ^{aA} | 42.14±0.80 ^{aB} | 30.54±0.95 ^{dc} |
| | | V | 50.26±0.28 ^{ba} | 50.45±0.12 ^{baA} | 47.56±0.16 ^{ab} | 41.82±2.04 ^{cC} | 29.24±0.31 ^{dD} |
| | | US-SH | 50.27±2.95 ^{ba} | 50.53±0.91 ^{baA} | 47.27±1.45 ^{aA} | 40.42±2.43 ^{aB} | 36.45±1.03 ^{bc} |
| | | M-SH | 54.02±0.93 ^{aA} | 51.78±0.47 ^{aB} | 45.54±0.45 ^{aC} | 39.79±0.64 ^{baD} | 29.56±0.49 ^{dE} |
| | ÖN İŞLEMLİ | SH | 43.34±1.06 ^{eb} | 47.23±0.09 ^{bcA} | 39.22±2.36 ^{bc} | 36.15±0.06 ^{dcD} | 33.54±0.30 ^{cE} |
| | | V | 47.65±0.33 ^{cdA} | 45.75±0.87 ^{ca} | 41.34±3.63 ^{bb} | 37.10±1.22 ^{bcC} | 33.28±2.01 ^{cD} |
| | | US-SH | 49.47±0.54 ^{cbA} | 45.09±4.64 ^{cbA} | 41.09±3.04 ^{bbC} | 36.01±2.32 ^{dcC} | 38.41±0.10 ^{aC} |
| | | M-SH | 46.23±0.32 ^{da} | 41.70±0.28 ^{dB} | 39.05±0.14 ^{bc} | 33.71±1.16 ^{dD} | 30.38±0.80 ^{dE} |
| Kroma | ÖN İŞLEMSİZ | SH | 48.38±0.74 ^{cA} | 49.44±1.26 ^{baA} | 48.45±1.44 ^{aA} | 42.63±0.78 ^{aB} | 31.77±0.97 ^{dC} |
| | | V | 51.05±0.28 ^{ba} | 51.13±0.11 ^{baA} | 48.65±0.21 ^{ab} | 43.16±1.97 ^{aC} | 30.99±0.27 ^{dD} |
| | | US-SH | 50.48±2.93 ^{cbA} | 50.95±1.01 ^{baA} | 47.81±1.42 ^{aA} | 40.85±2.37 ^{baB} | 37.36±0.87 ^{bc} |
| | | M-SH | 54.74±0.89 ^{aA} | 52.70±0.50 ^{aB} | 46.89±0.41 ^{aC} | 41.05±0.63 ^{baD} | 30.70±0.43 ^{dE} |
| | ÖN İŞLEMLİ | SH | 44.74±1.43 ^{dB} | 48.98±0.08 ^{bcA} | 40.54±2.28 ^{bc} | 37.49±0.15 ^{cd} | 36.06±0.34 ^{cdD} |
| | | V | 48.72±0.33 ^{cbA} | 47.19±1.05 ^{dcA} | 42.62±3.32 ^{bb} | 38.87±1.45 ^{bcC} | 34.96±1.93 ^{cD} |
| | | US-SH | 49.79±0.52 ^{cbA} | 45.67±4.67 ^{edBA} | 41.64±3.27 ^{bbC} | 36.34±2.14 ^d | 39.15±0.19 ^{aDC} |
| | | M-SH | 48.14±0.26 ^{ca} | 43.76±0.24 ^{eb} | 41.27±0.20 ^{bc} | 36.08±1.03 ^{cd} | 32.13±0.84 ^{dE} |
| Hue açısı | ÖN İŞLEMSİZ | SH | 81.57±0.08 ^{bb} | 84.16±1.08 ^{aA} | 83.30±0.51 ^{aA} | 81.34±0.25 ^{aB} | 73.95±0.18 ^{cC} |
| | | V | 79.90±0.03 ^{ca} | 80.62±0.07 ^{dcA} | 77.86±0.26 ^{cb} | 75.71±1.12 ^{bc} | 70.66±0.30 ^{dD} |
| | | US-SH | 84.78±0.61 ^{aA} | 82.68±0.89 ^{baA} | 81.46±1.23 ^{baB} | 81.68±1.05 ^{aB} | 77.37±2.00 ^{bc} |
| | | M-SH | 80.69±0.38 ^{cbA} | 79.29±0.52 ^{dB} | 76.19±0.26 ^{cC} | 75.71±0.26 ^{bc} | 74.34±0.56 ^{cd} |
| | ÖN İŞLEMLİ | SH | 75.74±2.15 ^{eA} | 74.39±0.15 ^{eA} | 75.42±2.04 ^{eA} | 74.67±1.06 ^{cbA} | 68.47±0.10 ^{eb} |
| | | V | 77.95±0.03 ^{da} | 75.79±0.76 ^{eA} | 75.90±2.37 ^{cA} | 72.69±0.80 ^{cb} | 72.10±1.06 ^{dB} |
| | | US-SH | 83.45±0.27 ^{aA} | 80.95±1.65 ^{cbA} | 80.80±1.79 ^{baA} | 82.37±2.42 ^{aA} | 78.89±0.68 ^{aB} |
| | | M-SH | 73.78±0.35 ^{fa} | 72.32±0.22 ^{fb} | 71.11±0.26 ^{dc} | 69.11±0.97 ^{dd} | 71.00±0.13 ^{dc} |
| TRD | ÖN İŞLEMSİZ | SH | 9.94±0.83 ^{cd} | 11.96±0.39 ^{bcB} | 10.85±0.38 ^{cdD} | 12.69±0.78 ^{dB} | 25.54±1.14 ^{baA} |
| | | V | 10.38±0.25 ^{cC} | 7.73±0.77 ^{cd} | 10.28±0.28 ^{cC} | 14.22±2.12 ^{dcB} | 27.77±0.44 ^{aA} |
| | | US-SH | 8.37±0.38 ^{eC} | 7.66±0.97 ^{cC} | 9.54±0.67 ^{cC} | 14.52±2.00 ^{dcB} | 18.24±1.23 ^{da} |
| | | M-SH | 6.56±0.26 ^{fe} | 7.96±0.40 ^{dD} | 11.31±0.40 ^{bcC} | 15.63±0.52 ^{cb} | 26.00±0.65 ^{baA} |
| | ÖN İŞLEMLİ | SH | 13.90±0.54 ^{ad} | 12.17±0.14 ^{bd} | 16.35±2.26 ^{aC} | 19.29±0.19 ^{bb} | 24.59±0.10 ^{ba} |
| | | V | 9.12±0.21 ^{dC} | 11.49±0.09 ^{bcB} | 14.93±3.89 ^{baB} | 20.06±0.75 ^{ba} | 23.54±2.48 ^{ca} |
| | | US-SH | 10.46±0.06 ^{cC} | 12.51±3.90 ^{bcB} | 15.59±3.95 ^{aB} | 20.90±1.43 ^{ba} | 16.69±0.11 ^{dbA} |
| | | M-SH | 12.54±0.36 ^{be} | 15.89±0.30 ^{ad} | 18.79±0.31 ^{aC} | 24.39±0.96 ^{aB} | 25.97±1.07 ^{baA} |

* Aynı sütundaki farklı üstel küçük harflerle aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler ortalamaların $p < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir (n=3).

Kurutulmuş kamkat dilimlerinin b* değerleri üzerine depolama süresi içerisinde varyasyon kaynaklarının etkisi önemli ($p < 0.001$; $p < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 2). Depolamanın başlangıcında en yüksek b* değeri ön işlemlenmiş M-SH yönteminde belirlenmiştir. Depolama süresi boyunca tüm uygulamalarda %22.61-45.28 oranları arasında azalış göstermiştir. b* değerindeki en yüksek azalış oranı ön işlemlenmiş M-SH, en düşük azalış oranı ise ön işlemlenmiş SH yöntemiyle kurutulmuş örneklerde gerçekleşmiştir. Depolama sonunda en yüksek b* değeri ön işlemlenmiş US-SH yöntemi ile kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir.

Varyasyon kaynaklarının örneklerin kroma değerleri üzerine etkisi önemli olup (Çizelge 2), kroma değerleri tüm uygulamalarda %19.40-43.91 oranları arasında azalış göstermiştir. Kroma değerindeki en yüksek azalış oranı ön işlemsiz M-SH, en düşük azalış oranı ise ön işlemlili SH yöntemiyle kurutulmuş örneklerde gerçekleşmiştir. Depolama sonunda en yüksek kroma değeri ön işlemlili US-SH yöntemi ile kurutulmuş örnekte belirlenmiştir.

Ön işlem x kurutma yöntemi x depolama süresi interaksyonu dışında diğer varyasyon kaynaklarının depolama süresinde örneklerin hue açısı ve TRD değerlerine etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Hue açısı değerleri tüm kurutma uygulamalarında % 3.76-11.56 oranları arasında azalış göstermiştir. ($p<0.05$). En yüksek azalış oranı ön işlemsiz V, en düşük azalış oranı ise ön işlemlili M-SH yöntemiyle kurutulmuş örneklerde gerçekleşmiştir. Depolama süresinin sonunda en yüksek hue açısı değeri ön işlemlili US-SH yönteminde belirlenmiştir.

Depolama sonunda en yüksek TRD değeri ön işlemsiz V yöntemi ile kurutulmuş örneklerde belirlenirken, TRD değerleri tüm uygulamalarda başlangıca göre depolama sonunda 0.59-2.96 kat artış göstermiştir. En düşük artış ön işlemlili US-SH, en yüksek artış ise ön işlemsiz M-SH yönteminde gerçekleşmiştir.

3.4. HMF içeriğindeki değişimler

Farklı kurutma yöntemleri ile ön işlemlili ve ön işlemsiz kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolama süresine bağlı olarak HMF değişimi Çizelge 5'te verilmiştir. Varyasyon kaynaklarının kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolama süresi boyunca HMF miktarlarına etkisi $p<0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Depolama süresi içerisinde genel olarak ön işlemsiz örneklerin HMF değerleri, ön işlemlili örneklerden yüksek bulunmuştur ($p<0.05$). Ön işlem olarak kullanılan haşlama işlemiyle birlikte HMF'nin oluşumunda yer alan indirgen şekerlerin kısmen azaldığı düşünülmektedir.

Depolamanın başlangıcında HMF değerleri 0.39-12.33 mg/kg arasında olup, depolama sonunda 2.02-46.79 mg/kg değerlerine yükselmiştir. Depolamanın sürecinde genel olarak en yüksek HMF içeriği ön işlemsiz V ile kurutulmuş örneklerde, en düşük HMF içeriği ise ön işlemlili US-SH yöntemi ile kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca örneklerin HMF değerleri tüm örneklerde 2.66-7.17 kat arasında artış göstermiştir ($p<0.05$). En yüksek artış ön işlemsiz US-SH, en düşük artış ise ön işlemsiz M-SH yönteminde gerçekleşmiştir.

Çizelge 5. Farklı yöntemlerle ön işlemlili ve ön işlemsiz kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolama sürecinde HMF (mg/kg) değişimi.

| Kurutma Yöntemleri | Depolama süresi (Ay)* | | | | | |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 0. | 1. | 2. | 3. | 4. | |
| ÖN İŞLEMSİZ | SH | 7.80±0.10 ^{eE} | 20.48 ±0.27 ^{bD} | 23.33±1.25 ^{bC} | 32.64 ±1.21 ^{aB} | 34.74±1.35 ^{cbA} |
| | V | 12.33±1.56 ^{aC} | 24.97±0.64 ^{aB} | 25.75±0.32 ^{aB} | 25.98 ±1.47 ^{bB} | 46.79±2.11 ^{aA} |
| | US-SH | 1.52±0.23 ^{eD} | 3.32± 0.73 ^{fC} | 5.26±0.37 ^{fB} | 6.06 ±0.58 ^{dB} | 12.42±0.53 ^{eA} |
| | M-SH | 9.97±0.69 ^{bE} | 12.69± 1.31 ^{cD} | 15.37±0.60 ^{dC} | 25.50± 1.68 ^{bB} | 36.53±1.78 ^{cbA} |
| ÖN İŞLEMLİLİ | SH | 4.57±0.61 ^{dE} | 7.45 ±0.64 ^{eD} | 11.49±1.23 ^{eC} | 23.82±0.62 ^{cbB} | 30.85±0.32 ^{dA} |
| | V | 5.67±0.56 ^{dD} | 6.39 ±0.29 ^{eD} | 12.51 ±0.28 ^{eC} | 25.74±1.21 ^{bB} | 33.25±3.19 ^{cdA} |
| | US-SH | 0.39±0.02 ^{eE} | 0.57 ±0.04 ^{gD} | 0.79± 0.06 ^{gC} | 1.48±0.07 ^{eB} | 2.02±0.05 ^{fA} |
| | M-SH | 7.59±0.40 ^{eE} | 11.31±0.97 ^{dD} | 17.21±0.69 ^{eC} | 23.17±1.58 ^{cbB} | 37.27±2.72 ^{bA} |

*Aynı sütundaki farklı üstel küçük harflerle aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler ortalamaların $p<0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir (n=3).

3.5. Askorbik asit içeriğindeki değişimler

Farklı kurutma yöntemleri ile ön işlemlili ve ön işlemsiz kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolama süresine bağlı olarak askorbik asit değişimi Çizelge 6'da verilmiştir. Varyasyon kaynaklarının kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolama süresi boyunca askorbik asit miktarlarına etkisi $p<0.001$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 6. Farklı yöntemlerle ön işlemlenmiş ve ön işlemlenmiş kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolama sürecinde askorbik asit içeriklerinin değişimi (mg/100 g).

| Kurutma Yöntemleri | Depolama süresi (Ay)* | | | | | |
|--------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 0. | 1. | 2. | 3. | 4. | |
| ÖN İŞLEMSİZ | SH | 233.29±2.71 ^{ba} | 216.56±1.35 ^{bb} | 175.42±2.46 ^{bc} | 158.38±0.82 ^{bd} | 141.92±1.45 ^{be} |
| | V | 281.00±1.47 ^{aa} | 233.90±2.26 ^{ab} | 234.34±1.88 ^{ab} | 229.85±0.81 ^{ac} | 175.01±1.07 ^{ad} |
| | US-SH | 162.61±0.63 ^{da} | 154.55±0.50 ^{db} | 129.57±0.52 ^{dc} | 123.16±0.41 ^{dd} | 116.49±0.62 ^{de} |
| | M-SH | 195.56±2.78 ^{ca} | 157.33±0.86 ^{cb} | 138.22±0.82 ^{cc} | 127.11±0.45 ^{cd} | 96.78±1.20 ^{de} |
| ÖN İŞLEMLİ | SH | 128.56±0.60 ^{ea} | 117.33±1.17 ^{fb} | 107.63±1.02 ^{cc} | 100.63±0.63 ^{ed} | 67.34±0.29 ^{fe} |
| | V | 123.53±1.04 ^{fa} | 121.65±1.14 ^{ea} | 93.80±2.47 ^{fb} | 87.50±0.35 ^{fc} | 74.48±0.66 ^{ed} |
| | US-SH | 45.88±0.83 ^{ha} | 40.14±0.34 ^{hb} | 36.69±0.44 ^{hc} | 17.33±1.08 ^{hd} | 11.19±0.43 ^{he} |
| | M-SH | 70.46±0.22 ^{ga} | 51.84±0.31 ^{gb} | 39.59±1.60 ^{gc} | 36.31±0.23 ^{gd} | 24.24±0.91 ^{ge} |

* Aynı sütündeki farklı üstel küçük harflerle aynı satırdaki farklı üstel büyük harfler ortalamaların $p < 0.05$ seviyesinde farklı olduğunu gösterir (n=3).

Depolama süresinde ön işlemlenmiş örneklerin askorbik asit değerleri ön işlemlenmiş örneklerden yüksek bulunmuştur. Ön işlemlenmiş kurutulmuş örneklerin başlangıç askorbik asit miktarlarının da düşük olduğu görülmektedir. Depolama süresi boyunca en yüksek askorbik asit içeriği ön işlemlenmiş V, en düşük askorbik asit içeriği ise ön işlemlenmiş US-SH yöntemi ile kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Depolama süresi boyunca kurutulmuş örneklerin askorbik asit içeriğinde %28.36-75.61 oranında kayıplar meydana gelmiştir ($p < 0.05$). En yüksek askorbik asit kaybı ön işlemlenmiş US-SH, en düşük askorbik asit kaybı ise ön işlemlenmiş US-SH yönteminde tespit edilmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Kamkat dilimlerinin ön işlemlenmiş olarak kurutulması depolama süresi içerisinde su aktivitesi ve nem içeriğini olumsuz etkilemiştir. Ön işlem olarak uygulanan haşlama işlemi ile birlikte su bağlama yeteneğine sahip bazı maddelerin kaybı bu durumu etkilemiş olabilir. Suda çözünür maddelerin yanında, nişasta ve proteinler gibi çözünebilir nitelikte olmayan bazı makro moleküllerin su bağlayabilme özellikleri nedeniyle su aktivitesinin düşmesinde rol oynadıkları bilinmektedir (Cemeroğlu ve ark., 2003; Us, 2007). Bu durumun da ön işlemlenmiş kurutulmuş örneklerin daha fazla nem çekmesine dolayısıyla a_w artışına neden olduğu düşünülmektedir. Kurutma teknoloji açısından suyun buhar basıncına etkili bir faktör de kapılar kuvvetinin etkisidir. Kurumada gıda maddelerindeki su, hücreler arasında oluşmuş bir kapılar sistemle yüzeye ulaşarak buradan uzaklaşmaktadır. Buna bağlı olarak kurutma sırasında meyve ve sebzelerde hücreler arasındaki kapılar yapı değişebilmektedir. (Cemeroğlu ve ark., 2003). Bunun yanında depolamanın yapıldığı polietilen torbalar belli oranda nem geçirgenliğine sahip olabilmektedir (Topuz ve ark., 2009). Osmotik dehidrasyon sonrası sıcak hava kurutma ile kurutulmuş papaya meyvelerinin farklı ambalaj materyalleri ile depolanması sonucu nem ve su aktivitesinde artış gözlenmiştir (Udomkun ve ark., 2016). Mikroorganizmalar genel olarak a_w değeri 0.60'ın altında gelişme olanağı bulamazlar. Patojen bakteriler 0.85, maya ve küfler ise 0.62 su aktivite değerinin altında gelişemez. (Rahman, 2007). Diğer yandan enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarından Maillard reaksiyonlarının hızı a_w 0.65-0.80 arasında en üst seviyeye ulaşmaktadır (Pala ve Saygı, 1983). Her ne kadar örneklerde 4 aylık depolama periyodundaki a_w artışı olsa da bu artışlar gerek mikrobiyal faaliyetler gerekse enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını tetikleyecek seviyeye ulaşmamıştır.

Depolama ile birlikte L^* , b^* kroma, hue açısı değerleri azalış göstermiş, a^* ve TRD değerleri ise artış göstermiştir. L^* değerindeki azalış ve a^* değerindeki artış esmerleşme reaksiyonlarına işaret etmektedir (Krokida ve Maroulis, 2000; Ghanem ve ark., 2012). b^* değerinin azalması sarılıktan uzaklaşma anlamına gelip, bu durumun depolama sürecinde karotenoidlerin oksidasyona bağlı olarak parçalanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Topuz ve ark., 2009; Darvishi ve ark., 2014; Ghanem Romdhane ve ark., 2015). Hawlader et al. (2006), hue açısı değerlerindeki düşüşün, kahverengileşmenin ve sarılıktan uzaklaşmanın bir göstergesi olduğunu belirtmiştir. Hue açısı değerinin 0° olması kırmızı, 90° olması sarı, 180° olması yeşil ve 270° olması mavi renk tonlarını ifade etmektedir (Veberic ve ark., 2010). Ön işlemlenmiş olarak US-SH yöntemi ile kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolama süresinin sonunda taze meyvenin renk değerlerine en yakın değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Esmerleşme reaksiyonlarından Maillard reaksiyonunun oluşumunda indirgen şekerler önemli bir rol oynamaktadır (Michalska ve ark., 2018). Haşlama ve ultrason destekli osmotik dehidrasyon sırasında

indirgen şeker gibi suda çözünebilir bileşenler kayba uğrayabilmektedir. (Gonzalez-Fesler ve ark., 2008; Gonçalves ve ark., 2010; Chavan ve Amarowicz 2012; Wang ve ark., 2017). Çalışmamızda ön işlemler US-SH yönteminde uygulanan haşlama ve ultrason destekli ozmotik dehidrasyon işlemindeki indirgen şeker kaybının kurutma ve depolama sırasında renk kayıplarını kısmen engellediği düşünülmektedir. HMF ısı işlem görmüş çeşitli gıda maddelerinin gerek üretimi gerekse depolanması sırasında ortaya çıkan ve bu ürünlerin kalitesinin belirlenmesinde kullanılan önemli bir göstergedir (Michalska ve ark., 2018). Isıl işlem görmüş gıda maddelerinin su aktivitesi, nem içeriği, depolama süresi ve sıcaklığı HMF oluşumunu etkilemektedir (Toker ve ark., 2013; Touati ve ark., 2014; Udomkun ve ark., 2016). Türk Gıda Kodeksi'nde (TGK) kurutulmuş meyvelerle ilgili HMF limiti bulunmamaktadır. Ancak TGK bal tebliği (Tebliğ No:2012/58) HMF limiti 40 mg/kg iken, TGK üzüm pekmezi tebliğinde (Tebliğ No:2017/8) ise bu miktar 75 mg/kg ile sınırlandırılmıştır. Kurutulmuş kamkat dilimlerinin HMF içerikleri depolama süresinde artış göstermiş, ancak söz konusu değerler mevzuat limitlerini aşmamıştır. Farklı ambalajlama materyali ve depolama süresinin kurutulmuş papayanın fonksiyonel özelliklerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, 9 aylık depolama süresinde HMF içeriğinde artış gerçekleştiği tespit edilmiştir. (Udomkun ve ark., 2016).

Askorbik asit meyve ve sebzelerin depolama ve işleme süreçlerinde besin kayıplarının değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir indikatördür. Gıdalarda askorbik asit stabilitesi sıcaklık, pH, oksijen, ışık, metal iyonları, su aktivitesi gibi faktörlere göre değişiklik göstermektedir (Santos ve Silva, 2008; Wang ve ark., 2018). Depolama süresi özellikle ön işlemler kurutulmuş örneklerin askorbik asit içeriğini olumsuz etkilemiştir. Depolama sürecinde en yüksek askorbik asit içeriğine sahip örneklerin V yönteminde tespit edilmiş olmasının sebebi bu yöntemde kurutma esnasında ortamda bulunan düşük seviyedeki oksijen seviyesidir (Sablani, 2006). En fazla oranda askorbik asit kaybının belirlendiği ön işlemler US-SH yönteminde, ön işlem olarak kullanılan haşlama işlemi, hücre yapısının bozulmasına, dolayısıyla askorbik asidin hızlı oksidasyonuna sebep olarak depolama sürecinde daha fazla kayba neden olmuş olabilir. Ayrıca, askorbik asit suda çözünebilir bir bileşen olduğu için haşlama ve ozmotik dehidrasyon sırasındaki kütle transferi sırasında kayba uğrayabilmektedir (Santos ve Silva, 2008). Udomkun ve ark. (2016) depolama sırasında askorbik asit parçalanmasının su aktivitesi ve nem içeriği ile ilişkili olabileceğini bildirmiştir. Söz konusu örnek aynı zamanda depolama sırasında en fazla nem artışının gerçekleştiği örnektir. Depolama sırasında kurutma ve depolama koşullarına bağlı olarak kurutulmuş ürünlerde askorbik asit içeriğinde kayıplar meydana gelebilmektedir (Uddin ve ark., 2002; Del Caro ve ark., 2004; Udomkun ve ark., 2016).

Bu çalışmada suda haşlama işlemi uygulanmış ve ön işlemsiz olarak farklı kurutma yöntemleri ile kurutulmuş kamkat dilimlerinin depolama süresinde bazı kalite değişimleri incelenmiştir. 4 aylık depolama süresinde incelenen kriterler üzerine ön işlemler, kurutma yöntemlerinin ve depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur. Çalışma sonucunda, kamkat dilimlerinin tüm kurutma yöntemleri için ön işlemsiz kurutulmaları depolanmasının incelenen kalite kriterleri açısından daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Depolama stabilitesi açısından farklı depolama koşulları ile ambalaj materyallerinin kurutulmuş kamkat dilimlerinin kalitesi üzerine etkilerinin araştırılacağı daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Kamkatın (*Fortunella margarita* Swing.) Bazı Kalite Özellikleri ve Depolamaya Bağlı Değişimi” adlı doktora tezinin bir kısmıdır. Çalışmayı Doktora Burs Programı kapsamında destekleyen TÜBİTAK-BİDEB’e teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynakça

- Akdaş, S., & Başlar, M. (2015). Dehydration and degradation kinetics of bioactive compounds for mandarin slices under vacuum and oven drying conditions. *J. Food Process. Preserv.*, 39(6), 1098-1107.
- AOAC, (2000). 17th Edi 2000 Official Method 986.21. Moisture in Spices / IS specification No. IS 1797-1985; *Methods of Test for Spices and Condiments*.
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., & Özkan, M. (2003). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:28, Ankara. 690 s.

- Cemeroğlu, B. (2007). *Gıda analizleri*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara, 535 s.
- Chavan, U. D., & Amarowicz, R. (2012). Osmotic dehydration process for preservation of fruits and vegetables. *Journal of Food Research*, 1(2), 202.
- Chen, H. H., Hernandez, C. E., & Huang, T. C. (2005). A study of the drying effect on lemon slices using a closed-type solar dryer. *Solar Energy*, 78(1), 97-103.
- Chiu, N. C., & Chang, K. S. (1998). *The Illustrated Medicinal Plants of Taiwan*. Taiwan: SMC publishing Ltd, Vol 5, Taipei, Taiwan, 194 p.
- Darvishi, H., Khoshtaghaza, M.H., & Minaei, S. (2014). Drying kinetics and colour change of lemon slices. *International Agrophysics*, 28,1-6.
- Del Caro, A., Piga, A., Pinna, I. P., Fenu, M., & Agabbio, M. (2004). Effect of drying conditions and storage period on polyphenolic content, antioxidant capacity, and ascorbic acid of prunes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4780-4784.
- Di Scala, K. C., & Crapiste, G. H. (2008). Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. *LWT Food Science and Technology*, 41(5), 789-795.
- Doymaz, İ. (2007). Air-drying characteristics of tomatoes. *J. of Food Engineering*, 78, 1291-1297.
- Ghanem Romdhane, N., Bonazzi, C., Kechaou, N., & Mihoubi, N. B. (2015). Effect of air-drying temperature on kinetics of quality attributes of lemon (*Citrus limon* cv. lunari) peels. *Drying Technology*, 33(13), 1581-1589.
- Ghanem, N., Mihoubi, D., Kechao, N. & Mihoubi, N. B. (2012). Microwave dehydration of three citrus peel cultivars: Effect on water and oil retention capacities, color, shrinkage and total phenols content. *Industrial Crops and Products*, 40, 167-177.
- Gonçalves, E. M., Pinheiro, J., Abreu, M., Brandão, T. R. S. & Silva, C. L. (2010). Carrot (*Daucus carota* L.) peroxidase inactivation, phenolic content and physical changes kinetics due to blanching. *Journal of Food Engineering*, 97(4), 574-581.
- Gonzalez-Fesler, M., Salvatori, D., Gomez, P., & Alzamora, S. M. (2008). Convective air drying of apples as affected by blanching and calcium impregnation. *J. of Food Engin.*, 87(3), 323-332.
- Gölükcü, M. (2015). The effects of drying methods, packaging atmosphere and storage time on dried pomegranate aril quality. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(2), 207-219.
- Hawlder, M. N. A., Perera, C. O. & Tian, M.. (2006). Properties of modified atmosphere heat pump dried foods. *Journal of Food Engineering*, 74(3), 392-401.
- İzli, G., İzli, N., Taşkın, O., & Yıldız, G. (2018). Convective drying of kumquat slices: comparison of different drying temperatures on drying kinetics, colour, total phenolic content and antioxidant capacity. *Latin American Applied Research*, 48(1), 37-42.
- Jiang, N., Liu, C., Li, D., Zhang, Z., Liu, C., Wang, D., & Zhang, M.. (2017). Evaluation of freeze drying combined with microwave vacuum drying for functional okra snacks: Antioxidant properties, sensory quality, and energy consumption. *LWT-Food Sci. and Tech.*, 82, 216-226.
- Joshi, A. P. K., Rupasinghe, H. P. V., & Khanizadeh, S. (2011). Impact of drying processes on bioactive phenolics, vitamin C and antioxidant capacity of red-fleshed apple slices. *Journal of Food Processing and Preservation*, 35(4), 453-457.
- Koyasako, A., & Bernhard, R. A. (1983). Volatile constituents of the essential oil of kumquat. *Journal of Food Science*, 48(6), 1807-1812.
- Krokida, M. & Maroulis, Z. (2000). Quality changes during drying of food materials. *Drying Technology in Agriculture and Food Sciences*, 4(2), 61-68.
- Lou, S. N., Lai, Y. C., Huang, J. D., Ho, C. T., Ferng, L. H. A., & Chang., Y. C. (2015). Drying effect on flavonoid composition and antioxidant activity of immature kumquat. *Food Chemistry*, 171, 356-363.
- Marques, L.G., Silveira, A.M., & Freire, J.T. (2006). Freze- Drying characteristics of tropical fruits. *Drying Technology*, 24, 457-463.
- Methakhup, S., Chiewchan, N., & Devahastin, S. (2005). Effects of drying methods and conditions on drying kinetics and quality of Indian gooseberry flake. *LWT*, 38, 579-587.
- Michalska, A., Wojdyło, A., Honke, J., Ciska, E., & Andlauer, W. (2018). Drying-induced physico-chemical changes in cranberry products. *Food Chemistry*, 240, 448-455.
- Michalska, A., Wojdyło, A., Lech, K., Łysiak, G. P., & Figiel, A. (2016). Physicochemical properties of whole fruit plum powders obtained using different drying technologies. *Food Chemistry*, 207, 223-232.

- Özcan-Sinir, G., Özkan-Karabacak, A., Tamer, C. E., & Çopur, O. U. (2018). The effect of hot air, vacuum and microwave drying on drying characteristics, rehydration capacity, color, total phenolic content and antioxidant capacity of Kumquat (*Citrus japonica*). *Food Science and Technology* (Campinas), 39(2), 475-484.
- Pala, M., & Saygi, Y. B. (1983). Su Aktivitesi ve Gıda İşletmedeki Önemi. *Gıda Dergisi*, 8(1), 33-39.
- Pathare, P. B., Opara, U. L. & Al-Said, F. A. J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), 36-60.
- Rahman, M. S. (2007). *Food Preservation: Overview*. In: Rahman.M.S. (Ed.). (pp. 3-18) Handbook of Food Preservation Boca Raton, FL, USA, CRC Press.
- Rodríguez, Ó., Gomes, W., Rodrigues, S., & Fernandes, F. A. (2017). Effect of acoustically assisted treatments on vitamins, antioxidant activity, organic acids and drying kinetics of pineapple. *Ultrasonics Sonochemistry*, 35, 92-102.
- Saçılık, K. (2007). Effect of drying methods on thin-layer drying characteristics of hull-less seed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Journal of Food Engineering*, 79, 23-30.
- Sagar, V. R., & Kumar, P. S. (2010). Recent advances in drying and dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(1), 15-26.
- Santos, P. H. S., & Silva, M. A. (2008). Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegetables—A review. *Drying Technology*, 26(12), 1421-1437.
- Schirra, M., Palma, A., Aquino, S.D., Angioni, A., Minello, E.V., Melis, M., & Cabras., P. (2008). Influence of postharvest hot water treatment on nutritional and functional properties of kumquat (*Fortunella japonica* Lour. Swingle Cv. Ovale) Fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 455-460.
- Sdiri, S., A. Bermejo, Aleza, P., Navarro, P., & Salvador, A. (2012). Phenolic composition, organic acids, sugars, vitamin C and antioxidant activity in the juice of two new triploid late-season mandarins. *Food Research International*, 49(1), 462-468.
- Toker, O. S., Doğan, M., Ersöz, N. B., & Yılmaz, M. T. (2013). Optimization of the content of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) formed in some molasses types: HPLC-DAD analysis to determine effect of different storage time and temperature levels. *Industrial Crops and Products*, 50, 137-144.
- Tontul, I., & Topuz, A. (2017). Effects of different drying methods on the physicochemical properties of pomegranate leather (pestil). *LWT-Food Science and Technology*, 80, 294-303.
- Topuz, A., Feng, H. & Kushad, M. (2009). The effect of drying method and storage on color characteristics of paprika. *LWT-Food Science and Technology*, 42(10), 1667-1673.
- Touati, N., Tarazona-Díaz, M. P., Aguayo, E., & Louaileche, H. (2014). Effect of storage time and temperature on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. *Food chemistry*, 145, 23-27.
- Uddin, M. S., Hawlader, M. N. A., Ding, L., & Mujumdar, A. S. (2002). Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage. *Journal of Food Engineering*, 51(1), 21-26.
- Udomkun, P., Nagle, M., Argyropoulos, D., Mahayothee, B., Latif, S., & Müller, J. (2016). Compositional and functional dynamics of dried papaya as affected by storage time and packaging material. *Food chemistry*, 196, 712-719.
- Us, F. (2006). *Meyve ve Sebzelerin Kurularak Muhafazası*. In: Acar,J, V.Gökmen ve F. Us. (Eds.). *Meyve veSebze İşleme Teknolojisi Cilt 2*. (s.241-297). Ankara, Türkiye: H.Ü. Yayınları.
- Us, F. (2007). *Su ve Buz*. In: Saldamlı.İ. (Ed.). *Gıda Kimyası*. (s.9-42). Türkiye: H.Ü. Yayın. Ankara.
- Veberic, R., Jurhar, J., Mikulic-Petkovsek, M., Stampar, F., & Schmitzer, V. (2010). Comparative study of primary and secondary metabolites in 11 cultivars of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.). *Food Chemistry*, 119(2), 477-483.
- Vega-Gálvez, A., Di Scala, K., Rodríguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J., & Perez-Won, M. (2009). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian). *Food Chemistry*, 117(4), 647-653.
- Wang, J., Yang, X. H., Mujumdar, A. S., Wang, D. J., Zhao, H., Fang, X. M., & Xiao, H. W. (2017). Effects of various blanching methods on weight loss, enzymes inactivation, phytochemical contents, antioxidant capacity, ultrastructure and drying kinetics of red bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *LWT-Food Science and Technology*, 77, 337-347.

- Wang, J., Yang, X. H., Mujumdar, A. S., Fang, X. M., Zhang, Q., Zheng, Z. A., & Xiao, H. W. (2018). Effects of high-humidity hot air impingement blanching (HHAIB) pretreatment on the change of antioxidant capacity, the degradation kinetics of red pigment, ascorbic acid in dehydrated red peppers during storage. *Food Chemistry*, 259, 65-72.
- Wang, Y.W., Zeng, W.C., Xu, P.Y., Lan, Y.J., Zhu, R.X., Zhong, K. Y., Huang, N., & Gao, H. (2012). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) Peel. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 3382–3393.
- Yen, Y. H., Shih, C. H., & Chang, C. H. (2008). Effect of adding ascorbic acid and glucose on the antioxidative properties during storage of dried carrot. *Food Chemistry*, 107(1), 265-272.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Gökçeada Sığ Sularında Bulunan İsparoz, *Diplodus annularis* Larva ve Juvenillerinin
Günlük Yaş ve Büyüme Özellikleri**

Hakan AYYILDIZ^{*1}, Aytaç ALTIN²

^{1,2}Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Gökçeada Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Balıkçılık Teknolojisi
Bölümü, 17760, Gökçeada, Çanakkale Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-6442-0421> ²<https://orcid.org/0000-0002-0327-6665>

*Sorumlu yazar e-posta: ayyildizhakan@gmail.com

Makale Bilgileri

Geliş: 02.12.2019
Kabul: 12.01.2020
Online Yayınlanma 31.03.2019
DOI: 10.29133/yyutbd.652859

Anahtar kelimeler

Diplodus annularis,
Günlük yaş tayini,
Gökçeada,
İsparoz,
Otolit.

Öz: Bu çalışma Haziran 2013 – Haziran 2014 tarihleri arasında Gökçeada sığ sularında (0 - 20 m) gerçekleştirilmiştir. Gökçeada çevresinde plankton kepçesi ve ıgırıp ile yapılan avcılık operasyonları sonucunda toplam boyları 2.01 mm ile 10 mm TL arasında olan toplam 190 adet larva ile toplam boyları 11 – 140 mm TL arasında olan 923 adet juvenil isparoz yakalanmıştır. Elde edilen bireylerin boy-ağırlık ilişkileri $W = 8E-06TL^{3.1029}$ ($R^2 = 0.975$) olarak hesaplanmıştır. Yapılan yaş tayinleri sonucunda larvaların 2 ile 19 gün, juvenillerin ise 18 ile 296 gün arasında oldukları tespit edilmiştir. Larvaların ortalama günlük büyüme oranlarının tespit edilmesi için yapılan boy-yaş regresyon analizi sonucunda günlük büyüme oranları 0.398 mm gün, juvenillerin ise 0.371 mm gün olarak hesaplanmıştır. Gökçeada çevresinde yakalanan isparoz larvalarının otolitlerinden yapılan günlük yaş tayinleri sonucunda yumurtadan çıkma zamanları Nisan-Eylül dönemi boyunca devam ettiği ve Haziran ayında maksimum seviyeye ulaştığı, juvenillerin ise Şubat-Eylül dönemi boyunca devam ettiği ve Mayıs ayında maksimum seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. İsparoz larvalarının günlük ölüm oranları (DM) 0.231027 ve günlük ölüm oranı yüzdeleri (%DM) %23.1 olarak, juvenillerin ise DM 0.02984 ve %DM ise %2.98 olarak hesaplanmıştır. Günlük yaşama oranları ise larvalarda 0.769 ve juvenillerde 0.9701 olarak bulunmuştur.

Daily Age and Growth Rates of Larval and Juvenile Annular Seabream, *Diplodus annularis* Inhabiting the Gökçeada Shallow Waters

Article Info

Received: 02.12.2019
Accepted: 12.01.2020
Online Published 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.652859

Keywords

Diplodus annularis,
Daily growth increments,
Gökçeada,
Annular seabream,
Otolith.

Abstract: This study was carried out between June 2013 - June 2014 from Gökçeada shallow waters (0 - 20 m). A total of 190 larvae with a total length of 2.01 mm to 10 mm and 923 juvenile annular seabream with a total length of 11-140 mm were caught by using a plankton net and beach seine. The length-weight relationships of the obtained individuals were calculated as $W = 8E-06TL^{3.1029}$ ($R^2 = 0.975$). Estimated daily ages ranged from 2 and 19 days for larvae and 18 and 296 days for juveniles. The daily growth rates of larval and juvenile annular seabreams were estimated as 0.398 mm/day and 0.371 mm/day, respectively. Hatching time of the larval annular seabream was estimated to occur during April - September period and reached maximum level in June while the juveniles continued during February - September period and reached maximum level in May. The larval and juvenile annular seabream instantaneous mortality coefficient was calculated as 0.231027 and 0.02984, which represented around 23.1% and 2.98% of daily mortality. Daily survival rates were found as 0.769 for larvae and 0.9701 for juveniles.

1. Giriş

İsparoz, *Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758) ekonomik açıdan önemli bir demersal tür olup, kumluk ve deniz çayırı habitatları tercih etmektedir (Pajuelo ve Lorenzo, 2002). 0 ile 50 m arasındaki derinliklerde Atlantik Okyanusunun Avrupa kıyılarında, Madeira ve Kanarya Adalarında, tüm Akdeniz’de, Karadeniz’de ve Azak Denizi’nde yayılım göstermektedir (Bauchot ve Hureau, 1990; Harmelin-Vivien ve ark., 1995; Labropoulou ve ark., 2008). Kuzey Ege Denizi’nde ise 16 ile 38 m derinliklerde bulunduğu bildirilmiştir.

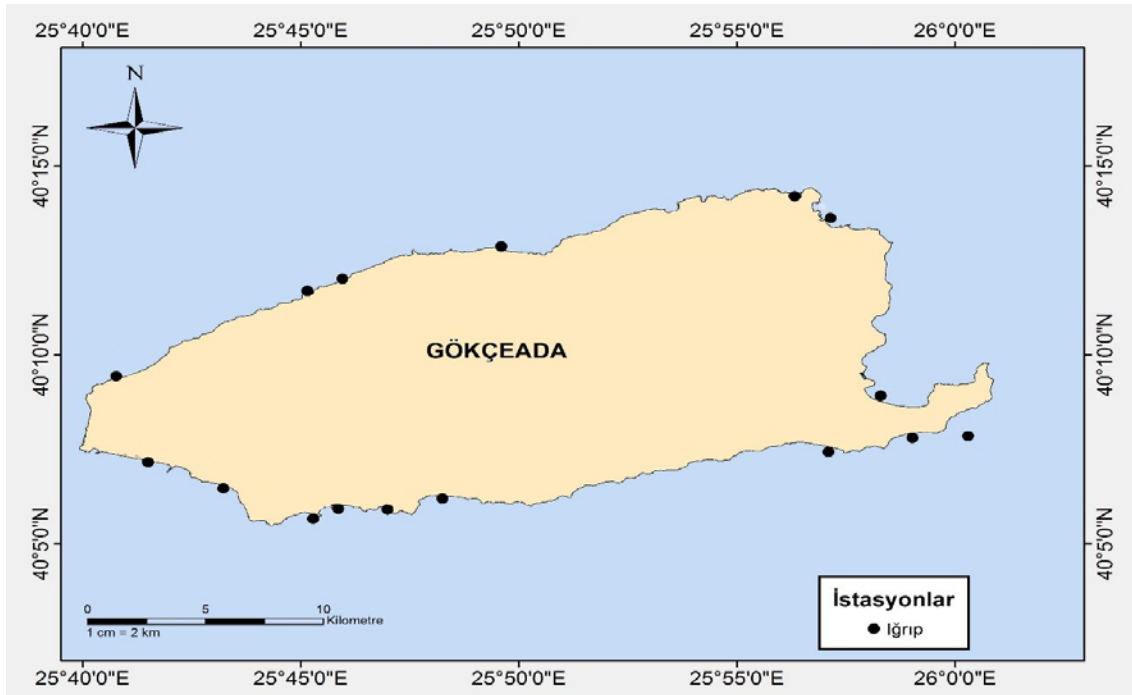
İsparoz balığının yumurtlama sezonu kuzey Adriyatik’te Mayıs - Ağustos, Karadeniz’de Temmuz - Eylül, tüm Akdeniz’de ise Nisan ve Ağustos ayları arasında olup, en yüksek seviyeye Mayıs ayında ulaşmaktadır (Bauchot ve Hureau, 1986; Kinacigil ve Akyol, 2001; Matić-Skoko ve ark., 2007; Mouine ve ark., 2012). Yumurtlama döneminde optimum sıcaklık 17.4 °C ile 20.8 °C arasındadır (Mouine ve ark., 2012). Cinsiyet ayrımı normal olmasına rağmen bazen hermofrodit şekilde de olabilir (Bauchot ve Hureau, 1986). Beslenme açısından karnivor özellik göstermektedirler. En önemli besin kaynakları kurtlar, kabuklular, yumuşakçalar, derisi dikenlilerdir (Bauchot ve Hureau, 1986).

İsparoz balığının biyolojik özellikleri üzerine (dağılım, büyüme, yaş, ölüm oranı, morfolojik karakteristikleri, üreme ve beslenme) birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Cengiz ve ark., 2019; Garciarubies ve Macpherson, 1995; Kraljevic ve Jug-Dujakovic, 1988; Matić-Skoko ve ark., 2007; Wassef, 1985). Ancak erken yaşam evreleri üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır (Ayyıldız ve ark., 2014; Gordo ve Moli, 1997; Pajuelo ve Lorenzo, 2002). Bu bakımdan, yapılan bu çalışmanın ana amacı Gökçeada çevresinde bulunan genç (0 yaş) isparoz balıklarının günlük yaş, büyüme oranları, üreme dönemleri ve ölüm oranlarının belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Hayvan deneyleri etik kurulunun 27.02.2012 tarih ve B.30.2.ÇAÜ.0.05.06-0.50.04/03 sayılı kararıyla hayvan deneyleri etiği açısından uygun bulunmuştur.

Bu çalışma, Gökçeada kıyılarında 0–2 m derinliğindeki sığ sularında Haziran 2013 - Haziran 2014 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Örneklemeler, genç balıkların yakalanmasında yaygın olarak kullanılan bir örnekleme aracı olan ıgırıp kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan ıgırıp 32 m uzunluğunda, 2 m yüksekliğinde ve 5 mm ağ göz açıklığına sahiptir.



Şekil 1. Gökçeada çevresi örnekleme istasyonları.

2.1. Boy – ağırlık ilişkisi

Genç isparoz bireylerinin toplam boyları (TL) mm olarak ölçüm tahtaları kullanılarak ölçülmüş ve ağırlıkları $\pm 0,01$ gram duyarlı elektronik terazide tartılmıştır. Boy-ağırlık ilişkilerinin hesaplanmasında (Ricker, 1975);

$$W = a * TL^b \quad (1)$$

denklemini kullanılmıştır. Denkleminde W, balık ağırlığı (g), a ve b ilişki sabitleri, TL, toplam boyu (mm) ifade etmektedir. Elde edilen b değerlerinin teorik değer olan “3” ile arasında anlamlı bir fark olup olmadığının ortaya konması için Student’s t-test analizi uygulanmıştır (Zar, 1984).

2.2. Günlük yaş tayinleri

Genç (0 yaş) isparoz bireylerinin günlük yaşlarının belirlenmesi için toplam 442 adet sagittal otolit çıkartılmış, temizlenmiş ve etiketli ependorf tüplerine yerleştirilmiştir. Daha sonra otolitler termoplastik yapıştırıcı ile lam üzerine yapıştırılmıştır. Mikroskop lamalarına yapıştırılmış olan kesitler zımparalama ve parlatma işlemleri için hazırlanmıştır. Zımparalama aşamasında otolitin merkezi (nükleus) belirene kadar sırasıyla 12, 9 ve 3 μ 'luk, parlatma aşamasında ise 0,3 μ 'luk kuru ve ıslak metalurjik zımpara kâğıtları kullanılmıştır. Zımparalama ve parlatma işlemleri tamamlandıktan sonra Olympus BX51 ışık mikroskobu ile 10X, 20X, 40X ve 100X büyütme kullanılarak günlük yaş tayinleri gerçekleştirilmiştir. Otolitlerde günlük yaş tayinleri, otolitin merkezi ile uç kısmı arasında dizilen opak ve hiyalin halkaların sayılması ile yapılmıştır.

2.3. Büyüme oranları

Balık boyu ve günlük yaş arasındaki ilişkide doğrusal regresyon yöntemi uygulanarak ortalama günlük büyüme oranları tespit edilmiştir.

2.4. Üreme dönemi (yumurtadan çıkma zamanı)

Elde edilen günlük yaş tayini sonuçları balıkların örnekleme tarihlerinden çıkartılarak yumurtadan çıkma periyotları belirlenmiştir. Yumurtadan çıkma periyotları ay olarak gruplandırılarak üremenin en yoğun olduğu aylar tespit edilmiştir.

2.5. Günlük ölüm oranları

Anlık ölüm katsayısı (Z) hesaplanmasında günlük yaş tayini yapılabilen bireyler kullanılmıştır. Larvalarda en küçük bireyden başlayarak 3 günlük, genç bireylerde ise 20 günlük yaş grupları oluşturulmuş ve her bir yaş grubundaki birey sayıları belirlenmiştir. Her bir yaş grubundaki veri setinin doğal logaritmaları (ln) alınarak ortalama yaş ile doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Doğrusal regresyon analizinde, regresyon eğrisinin eğimi anlık ölüm katsayısını (Z) temsil etmektedir (Ricker, 1975). Günlük ölüm oranları (DM) yüzdeleri (%) ise;

$$DM = (1 - \exp(-Z)) * 100 \quad (2)$$

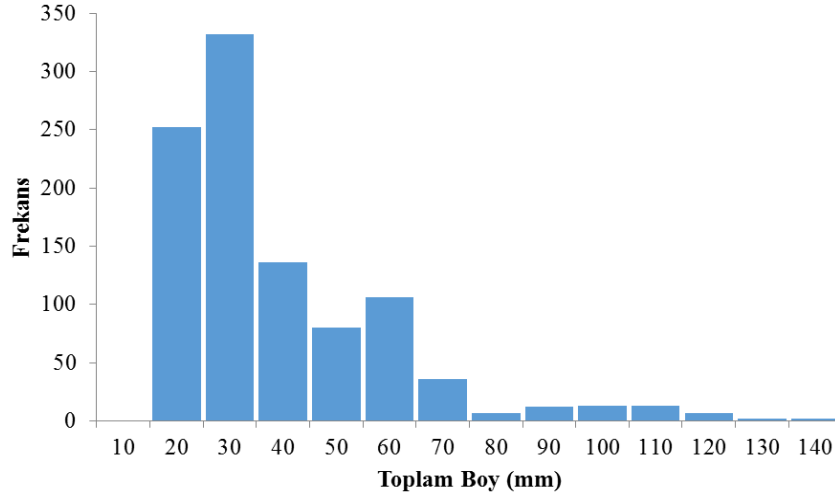
formülüyle hesaplanmıştır. Yaşama oranı (S), belirli bir periyot sonunda canlı kalan balık sayısının periyot başındaki balık sayısına oranı olarak tanımlanmaktadır. Buna göre yaşama oranı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır;

$$\frac{N_1}{N_0} = e^{-Z} = S \quad (3)$$

Z= Anlık ölüm katsayısı, S= Yaşama oranı, N_0 = Ele alınan yaş grubuna ait balık sayısı, N_1 = bir sonraki yaş grubuna ait balık sayısını ifade etmektedir.

3. Bulgular

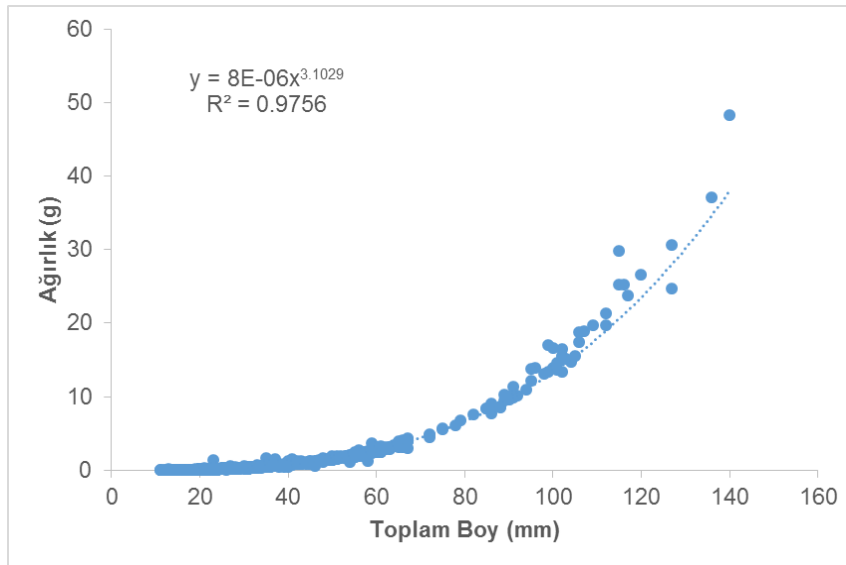
Haziran 2013 - Haziran 2014 tarihleri arasında toplam 923 adet isparoz bireyinin boy değerleri ölçülmüştür. Örneklenen bireylere ait boy-frekans grafiği Şekil 2' de verilmiştir. Örneklenen bireylerin en fazla 20 ile 30 mm TL arasında oldukları belirlenmiştir.



Şekil 2. Gökçeada sığ sularında (0 - 20 m) yakalanan isparoz bireylerinin boy-frekans grafiği.

3.1. Boy-ağırlık ilişkisi

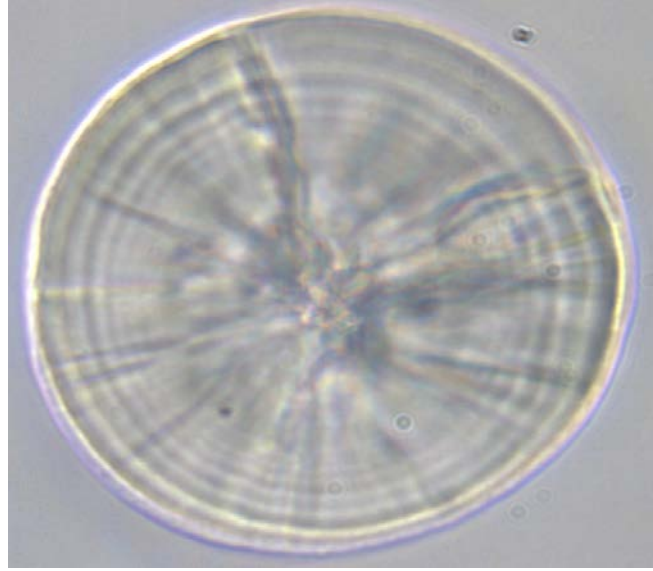
Gökçeada sığ sularında (0 - 20 m) yakalanan ve toplam boyları 1.1 ile 14 cm arasında olan 923 adet isparoz bireyinin boy-ağırlık ilişkisi $W = 8E-06TL^{3.1029}$ ($R^2 = 0.975$) olarak hesaplanmıştır (Şekil 3). İsparoz bireylerinin pozitif allometrik büyüme gösterdiği ve "b" değerinin 3'ten önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir (t-test, $P < 0.05$).



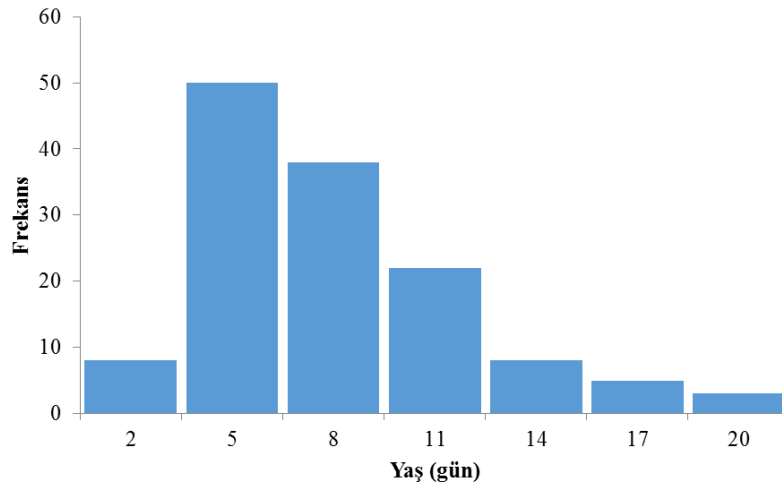
Şekil 3. İsparoz, *Diplodus annularis* boy-ağırlık ilişkisi.

3.2. Günlük yaş tayini

Örnekleme süresince elde edilen toplam boyları 2.01 mm ile 10 mm TL arasında olan toplam 190 adet larvanın 134 adetinden günlük yaş tayinleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan yaş tayinleri sonucunda en küçük bireyin 2 gün en yaşlı bireyin ise 19 günlük olduğu tespit edilmiştir. Sagittal otolitin merkezden (nükleus) uç kısma kadar halkaların görünümü Şekil 4'de gösterilmiştir. Gökçeada çevresinde yakalanan isparoz larvalarının en yoğun 5 ile 11 gün yaşlarında oldukları belirlenmiştir (Şekil 5).

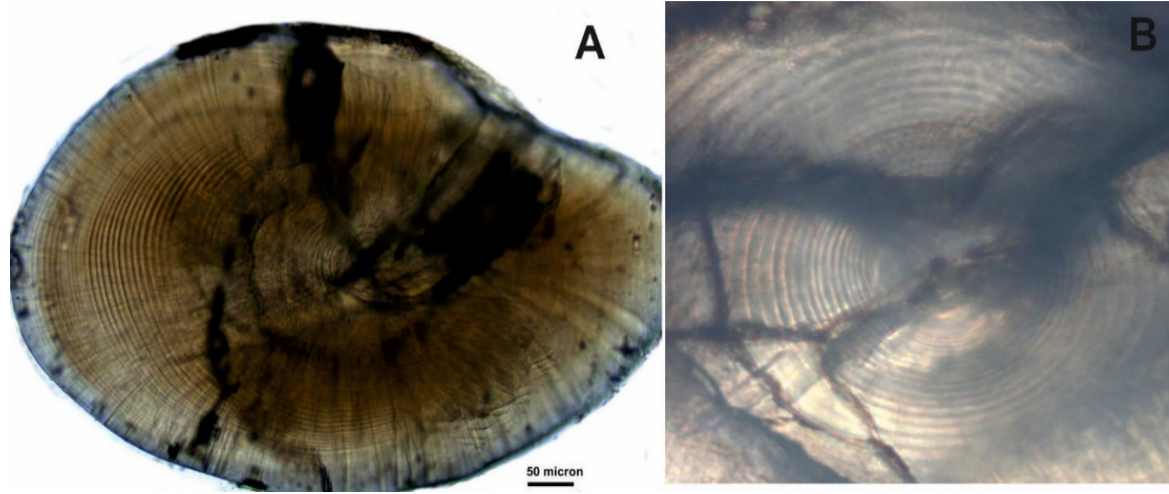


Şekil 4. İsparoz, *Diplodus annularis* larvası sagittal otoliti (6 gün).

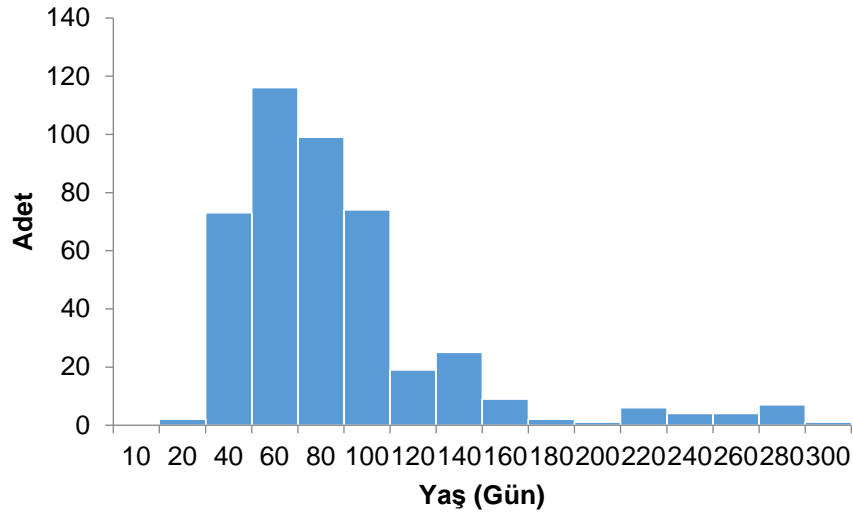


Şekil 5. İsparoz larvalarının yaş dağılımı.

Genç (0 yaş) isparoz bireylerinin günlük yaşlarının belirlenmesi için toplam 667 adetinin sagittal otolitleri alt örnek olarak alınmış, bunlardan 225 adeti kırılma, fazla zımparalama veya okumalar arasındaki tutarsızlık sebebiyle değerlendirme dışında tutulmuştur. Geriye kalan ve toplam boyları 11 mm ile 105 mm arasında olan 442 adet genç isparoz bireyinin sagittal otolitlerinden günlük yaş tayinleri yapılmış ve en küçük bireyin 18 gün, en büyük bireyin ise 296 günlük olduğu tespit edilmiştir. Yaş tayinleri günlük halkaların belirgin olarak görüldüğü farklı düzlemlerden yapılmış olup sagittal otolitin merkezden (nükleus) uç kısma kadar halkaların görünümü Şekil 6'da gösterilmiştir. Gökçeada sığ sularında (0 - 20 m) yakalanan genç (0 yaş) isparoz bireylerinin en yoğun 40 ile 100 gün yaşlarında oldukları belirlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 6. İsparoz sagittal otolit: A- Günlük yaş halkalarının sayımının yapıldığı düzlem, B- Nükleus.



Şekil 7. Genç (0 yaş) isparoz bireylerinin günlük yaş dağılımı.

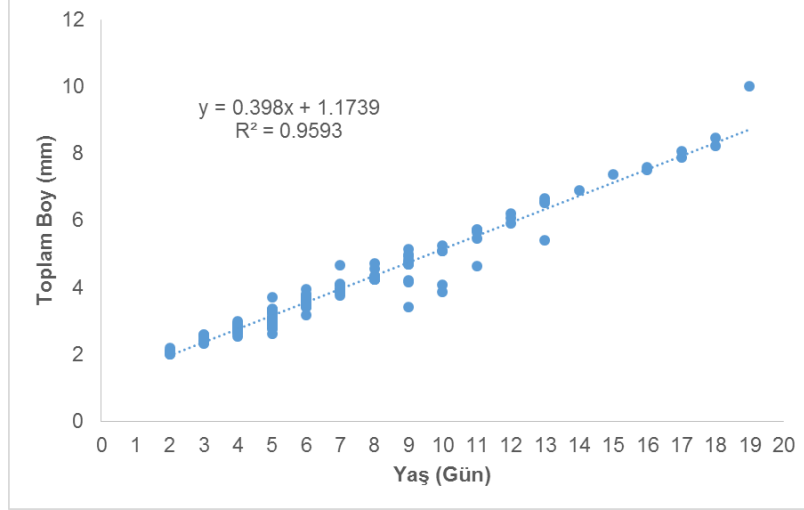
Çizelge 1. Gökçeada sığ sularında (0 - 20 m) yakalanan genç isparoz, *Diplodus annularis* bireylerinin boy-yaş anahtarı.

| Boy Grupları (mm) | Yaş Grupları (Gün) | | | | | | | | | | | N |
|-------------------|--------------------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|
| | 18-43 | 44-69 | 70-95 | 96-121 | 122-147 | 148-173 | 174-199 | 200-225 | 226-251 | 252-277 | 278-298 | |
| 11 - 17 | 51 | 4 | | | | | | | | | | 55 |
| 18 - 24 | 57 | 61 | | | | | | | | | | 118 |
| 25 - 31 | | 60 | 45 | 1 | | | | | | | | 106 |
| 32 - 38 | | 3 | 47 | 2 | | | | | | | | 52 |
| 39 - 45 | | 1 | 22 | 13 | | | | | | | | 36 |
| 46 - 52 | | | 1 | 12 | 3 | | | | | | | 16 |
| 53 - 59 | | | | 5 | 15 | | | | | | | 20 |
| 60 - 66 | | | | | 7 | 4 | | | | | | 11 |
| 67 - 73 | | | | | | 5 | | | | | | 5 |
| 74 - 80 | | | | | | | 1 | 1 | | | | 2 |
| 81 - 87 | | | | | | | | 5 | | | | 5 |
| 88 - 94 | | | | | | | | | 6 | 3 | | 9 |
| 95 - 101 | | | | | | | | | | 4 | 1 | 5 |
| 102 - 108 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 2 |
| N | 108 | 129 | 115 | 33 | 25 | 9 | 1 | 6 | 6 | 8 | 2 | 442 |

3.3. Günlük büyüme oranları

Larvaların ortalama günlük büyüme oranlarının tespit edilmesi için yapılan boy-yaş regresyon analizi sonucunda günlük büyüme oranları 0.398 mm gün olarak hesaplanmıştır. Boy - yaş ilişkisi doğrusal denklemi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

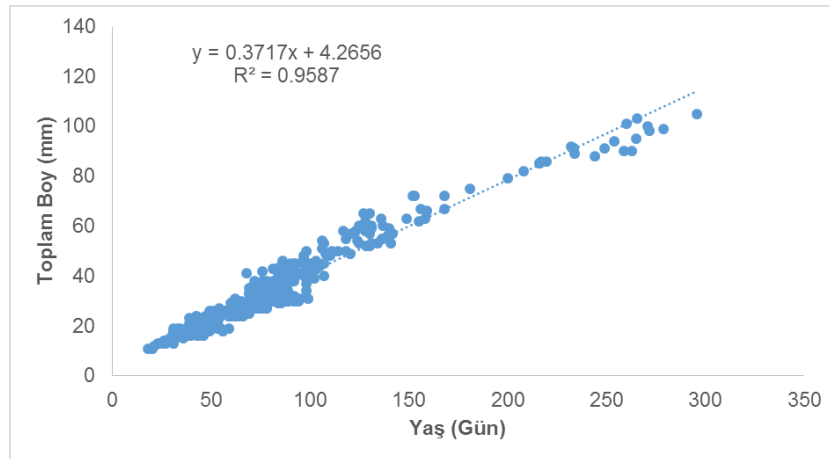
$$TL = 1.1739 + 0.398 \text{ yaş (gün)}, N = 134 R^2 = 0.959 \text{ (Şekil 8)}. \quad (4)$$



Şekil 8. Gökçeada çevresinde yakalanan isparoz larvalarının toplam boy - yaş ilişkisi.

Genç bireylerin (0 yaş) ortalama günlük büyüme oranlarının tespit edilmesi için yapılan boy-yaş regresyon analizi sonucunda günlük büyüme oranları 0.371 mm gün olarak hesaplanmıştır. Boy - yaş ilişkisi doğrusal denklemi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

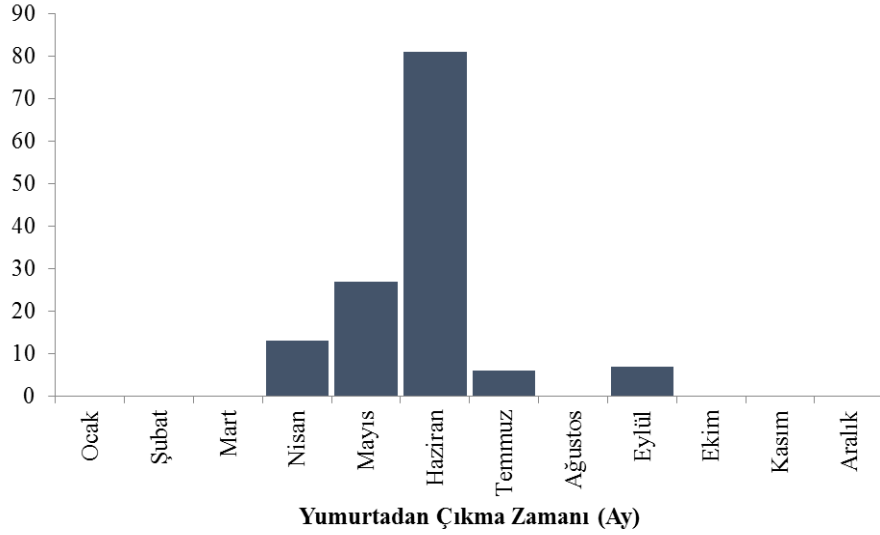
$$TL = 4.265 + 0.3717 \text{ yaş (gün)}, N = 442 R^2 = 0.96 \text{ (Şekil 9)}. \quad (5)$$



Şekil 9. Gökçeada sığ sularında bulunan genç isparoz bireylerinin toplam boy - yaş ilişkisi.

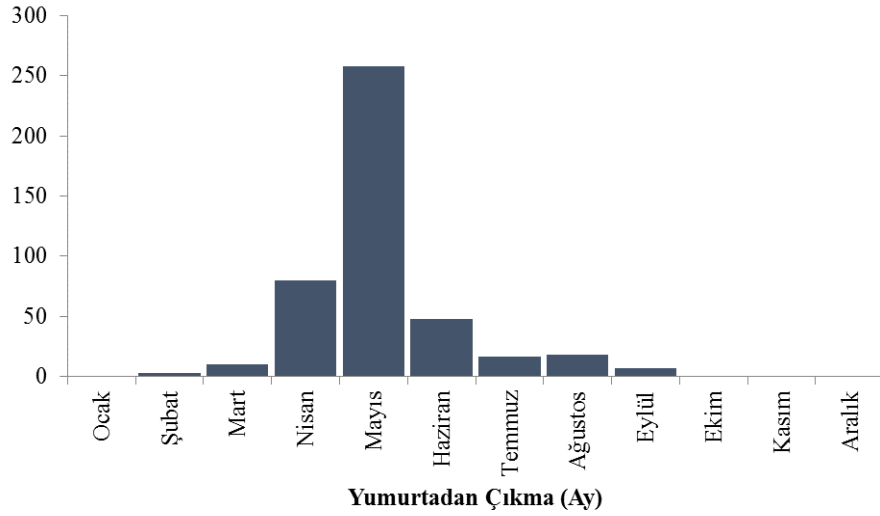
3.4. Üreme dönemi (yumurtadan çıkma zamanı)

Gökçeada çevresinde yakalanan isparoz larvalarının otolitlerinden yapılan günlük yaş tayinleri sonucunda yumurtadan çıkma zamanları Nisan-Eylül dönemi boyunca devam ettiği ve Haziran ayında maksimum seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Gökçeada çevresinde yakalanan isparoz larvalarının yumurtadan çıkma zamanları.

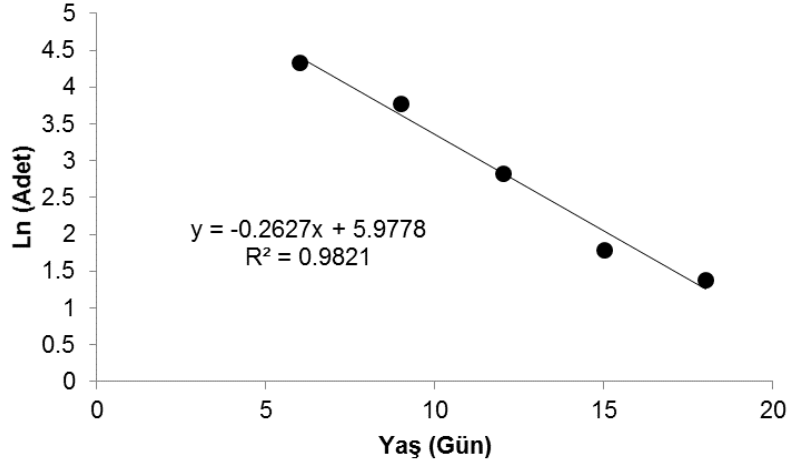
Gökçeada sığ sularında genç isparoz bireylerinin otolitlerinden yapılan günlük yaş tayinleri sonucunda yumurtadan çıkma zamanı Şubat-Eylül dönemi boyunca devam ettiği ve Mayıs ayında maksimum seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Gökçeada sığ sularında bulunan genç isparoz bireylerinin yumurtadan çıkma zamanları.

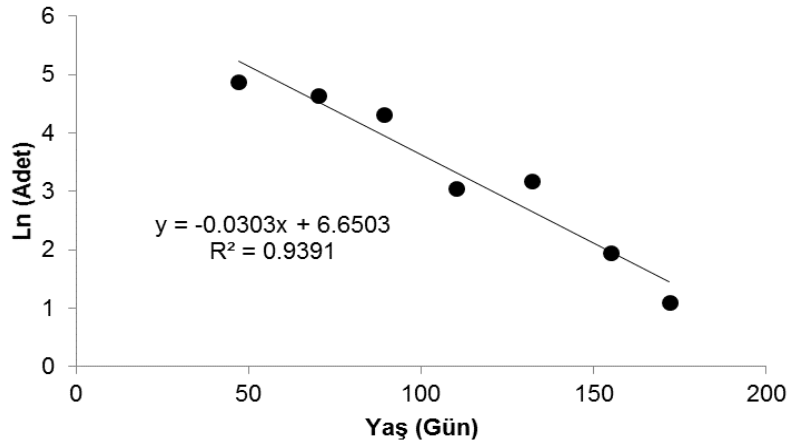
3.5. Günlük ölüm oranları

Gökçeada çevresinde yakalanan toplam 190 adet isparoz larvasının günlük ölüm oranları (DM) 0.231027 ve günlük ölüm oranı yüzdeleri %23.1 olarak hesaplanmıştır (Şekil 12). Günlük yaşama oranları ise 0.769 bulunmuştur.



Şekil 12. İsparoz larvalarının yaş-Ln (Adet) ilişkisi.

Gökçeada sığ sularında yakalanan ve yaş tayini yapılabilen toplam 442 adet genç isparoz balığının günlük ölüm oranı (DM) 0.02984 ve günlük ölüm oranı yüzdeleri ise %2.98 olarak hesaplanmıştır (Şekil 13). Günlük yaşama oranları ise 0.9701 bulunmuştur.



Şekil 13. Genç isparoz bireylerinin yaş-Ln(Adet) ilişkisi.

4. Tartışma ve Sonuç

Gökçeada sığ sularında (0 - 2 m arasındaki derinliklerde) Nisan ayında yakalanmaya başlayan juvenil isparoz bireyleri Mayıs ayından sonra yakalanmamıştır. Genç bireyler 5 - 10 metre arasındaki derinliklerde Mayıs ayında yakalanmaya başlamış ve Eylül ayına kadar birey elde edilmiştir. Fransa kıyılarında yapılan bir çalışmada isparoz türünün genç bireylerinin 5 - 8 m arasındaki derinliklerde yerleşim gerçekleştirdikleri bildirilmiştir (Harmelin-Vivien ve ark., 1995). Genel olarak Nisan ayında 0 - 2 m arasındaki derinliklerde yakalanmaya başlayan isparoz balıklarının Haziran ayından itibaren daha derin sulara (5 - 10 m ve 10 - 20 m) göç ettikleri tespit edilmiştir.

Otolitlerdeki günlük yaş halkalarının doğrulama çalışmaları yaş ve büyüme çalışmaları için büyük önem taşımaktadır. Bu bakımdan her tür için yapılması gerekmektedir (Beamish ve Mcfarlane, 1983). İsparoz türünün günlük yaş doğrulaması yapılmamıştır. Ancak benzer türlerden karagöz, *Diplodus vulgaris*, sivriburun karagöz, *D. puntazzo* ve sargoz, *D. sargus*'un yaş doğrulamaları yapılmış ve her halkanın bir günü temsil ettiği belirlenmiştir (Gordoa ve Moli, 1997; Vigliola, 1997; Villanueva ve Molí, 1997). Bu bakımdan isparoz türünün otolitlerinin her halkasının bir günü temsil ettiği varsayılmaktadır. Otolit üzerindeki opak ve hiyalin halkalar net bir şekilde görülmüş ve yaş okumaları gerçekleştirilmiştir.

İsparoz türünün larvalarının ortalama günlük büyüme oranları 0.398 mm gün, genç bireylerin (0 yaş) ise 0.371 mm gün olarak hesaplanmıştır. Çanakkale sığ sularında gerçekleştirilen benzer bir çalışmada ise genç (0 yaş) bireylerin günlük büyüme oranları 0.369 mm gün olarak bildirilmiştir (Ayyıldız ve ark., 2014). Çanakkale sığ sularında yapılan çalışmada, Gökçeada sığ sularında yapmış olduğumuz çalışmaya oldukça benzer sonuçlar elde edilmiştir. İsparoz balığının günlük yaş ve büyüme oranlarının belirlenmesi üzerine başka bir çalışmaya rastlanamamıştır. Ergin bireyler üzerine yapılan çalışmalarda hayatlarının ilk yılında olan büyüme oranları ile karşılaştırılmış ve genel olarak benzerlik gösterdiği belirlenmiştir (Pajuelo ve Lorenzo, 2002; Torcu Koc ve ark., 2002). Matić-Skoko ve ark. (2007)'nin Adriyatik Denizi'nde gerçekleştirdiği çalışma ile ise farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılığın yaş tayini metodundan veya coğrafik açıdan meydana geldiği düşünülmektedir.

Gökçeada çevresinde yakalanan isparoz larvalarının otolitlerinden yapılan günlük yaş tayinleri sonucunda yumurtadan çıkma zamanları Nisan - Eylül dönemi boyunca devam ettiği ve Haziran ayında maksimum seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. Genç bireylerinin otolitlerinden yapılan günlük yaş tayinleri sonucunda ise yumurtadan çıkma zamanları Şubat-Eylül dönemi boyunca devam ettiği ve Mayıs ayında maksimum seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Mouine ve ark. (2012) yapmış oldukları çalışmada isparozun yaz aylarında yumurtladıklarını bildirmişlerdir. Benzer olarak, İzmir Körfezi'nde isparoz türünün üreme zamanının Nisan- Mayıs aylarında (Metin ve Akyol, 2003), Edremit Körfezi'nde İlkbahar mevsiminde (Torcu Koc ve ark., 2002) ve Adriyatik Denizi'nde ise Nisan ve Eylül ayları arasında olduğu ve Mayıs ayında en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir (Matić-Skoko ve ark., 2007).

Genç balık bireylerinde ölüm oranları sıcaklık, beslenme ve larvaların büyüme oranlarıyla ilişkilidir. Ayrıca predatörlerin çeşitliliği, büyüklüğü ve diğer çevresel faktörlerde ölüm oranlarına etki etmektedir. Erken yaşam evrelerinde balıklardaki boy artışı predatör baskısını azaltarak böylece ölüm oranlarının da azalmasını sağlamaktadır. Yavaş büyüyen ve küçük olan balık larvaları predatör etkisinden daha fazla zarar görürler. Bu durum hızlı büyüyen türlerin yaşama oranının daha fazla olacağını göstermektedir (Houde, 2008). Doğada yavaş büyüyen balıkların ölüm oranları da yüksek olmaktadır (Kingsford ve Atkinson, 1994). Gökçeada çevresinde yapmış olduğumuz bu çalışmada isparoz bireylerinin larvalarında %23,1 ve genç bireylerde ise %2,98 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlardan anlaşıldığı üzere isparoz bireylerinin genç birey olana kadar geçirdiği larval dönemlerde günlük ölüm oranlarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Genç bireylerde ise günlük ölüm oranlarında bariz bir düşüş olduğu dikkat çekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 112Y062 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Kaynakça

- Ayyıldız, H., Ozen, O. & Altin, A. (2014). Growth and hatching of annular seabream, *Diplodus annularis*, from Turkey determined from otolith microstructure. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94(05), 1047-1051.
- Bauchot, M. L. & Hureau, J. C. (1986). Sparidae. In P. J. P. Whitehead, M. L. Bauchot, J. C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (Eds.), *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean* (883–907). Paris: UNESCO.
- Bauchot, M. L. & Hureau, J. C. (1990). Sparidae. In J. C. Hureau, C. Karrer, A. Post & L. Saldanha (Eds.), *Check List of the Fishes of the Eastern Tropical Atlantic* (790-812). Cloufeta II, UNESCO, Paris.
- Beamish, R. J. & Mcfarlane, G. A. (1983). The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Transactions of the American Fisheries Society*, 112(6), 735-743.
- Cengiz, Ö., Paruğ, Ş.Ş., & Kızılkaya, B. (2019). Türkiye suları için isparoz balığı'nın (*Diplodus annularis* Linnaeus, 1758) büyüme özellikleri. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(5): 817-822.
- Garciarubies, A., & Macpherson, E. (1995). Substrate use and temporal pattern of recruitment in juvenile fishes of the Mediterranean littoral. *Marine Biology*, 124(1), 35-42.

- Gordoa, A., & Moli, B. (1997). Age and growth of the sparids *Diplodus vulgaris*, *D. sargus* and *D. annularis* in adult populations and the differences in their juvenile growth patterns in the north-western Mediterranean Sea. *Fisheries Research*, 33(1-3), 123-129.
- Harmelin-Vivien, M. L., Harmelin, J. G., & Lebouilleux, V. (1995). Microhabitat requirements for settlement of juvenile sparid fishes on mediterranean rocky shores. *Hydrobiologia*, 300, 309-320.
- Houde, E. D. (2008). Emerging from Hjort's shadow. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 41, 53-70.
- Kinacıgil, H. T., & Akyol, O. (2001). Effects on trawl selectivity of growth and reproduction in *Diplodus annularis* L. of İzmir Bay (Aegean Sea). *Archive of Fishery and Marine Research*, 49(1), 19-26.
- Kingsford, M., & Atkinson, M. (1994). Increments in otoliths and scales: How they relate to the age and early development of reared and wild larval and juvenile *Pagrus auratus* (Sparidae). *Marine and Freshwater Research*, 45(6), 1007-1021.
- Kraljevic, M., & Jug-Dujakovic, J. (1988). Preliminary ecological and biological studies of juvenile fish species of commercial interest in the national park "Kornati". *FAO, General Fish Council Mediterranean*, 394, 291-299.
- Labropoulou, M., Damalas, D. & Papaconstantinou, C. (2008). Bathymetric trends in distribution and size of demersal fish species in the north Aegean Sea. *Journal of Natural History*, 42(5-8), 673-686.
- Matić-Skoko, S., Kraljević, M., Dulčić, J., & Jardas, I. (2007). Age, growth, maturity, mortality, and yield-per-recruit for annular sea bream (*Diplodus annularis* L.) from the eastern middle Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 23(2), 152-157.
- Metin, G., & Akyol, O. (2003). İzmir körfezi'nde (Ege Denizi) isparoz (*Diplodus annularis* L., 1758)'ün bir defada biraktığı yumurta miktarının belirlenmesi üzerine bir ön çalışma. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 20(1-2), 205-209.
- Mouine, N., Francour, P., Ktari, M. H., & Chakroun-Marzouk, N. (2012). Reproductive biology of four *Diplodus* species *Diplodus vulgaris*, *D. annularis*, *D. sargus sargus* and *D. puntazzo* (Sparidae) in the Gulf of Tunis (Central Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(03), 623-631.
- Pajuelo, J. G., & Lorenzo, J. M. (2002). Age and growth of the annular seabream, *Diplodus annularis* (Pisces : Sparidae), from the canarian archipelago (central-east atlantic). *Ciencias Marinas*, 28(1), 1-11.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191, 382.
- Torcu Koc, H., Cakir, D., & Aka, Z. (2002). Age, growth, sex-ratio, spawning season and mortality of annular bream, *Diplodus annularis* Linnaeus (1758) (Pisces:Sparidae) in edremit gulf. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 5(10), 1126-1130.
- Vigliola, L. (1997). Validation of daily increment formation in otoliths for three *Diplodus* species in the Mediterranean Sea. *Journal of Fish Biology*, 51(2), 349-360.
- Villanueva, R., & Molí, B. (1997). Validation of the otolith increment deposition ratio using alizarin marks in juveniles of the sparid fishes, *Diplodus vulgaris* and *D. puntazzo*. *Fisheries Research*, 30(3), 257-260.
- Wassef, E. A. (1985). Comparative biological studies of four *Diplodus* species (Pisces, Sparidae). *Cybius*, 9(2), 203-215.
- Zar, J. H. (1984). *Biostatistical Analysis*. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall,



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Research Article (Araştırma Makalesi)

Seed Priming with Salicylic Acid Improves Germination and Growth of *Lathyrus sativus* L. under Salinity Stress

**Sina Siavash MOGHADDAM^{*1}, Amir RAHIMI², Latifeh POURAKBAR³,
Faegheh JANGJOO⁴**

^{1,2,4}Urmia University, Agriculture Faculty, Agronomy Department, Urmia, Iran

³Urmia University, Science Faculty, Biology Department, Urmia, Iran

¹<https://orcid.org/0000-0001-8643-8991> ²<https://orcid.org/0000-0002-8200-3103> ³<https://orcid.org/0000-0002-2623-7394>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-7308-1425>

*Corresponding author e-mail: ss.moghaddam@urmia.ac.ir

Article Info

Received: 25.09.2019

Accepted: 05.01.2019

Online Published 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.624649

Keywords

Cell death,
Germination parameters,
Hill reaction,
Salicylic Acid,
Salinity

Abstract: Increasing the ability of crops to maintain growth and productivity under saline conditions is of paramount importance. The effect of salicylic acid (SA) priming on germination and physiological traits of *Lathyrus sativus* under salinity stress was studied in a factorial experiment based on a completely randomized design. The experimental treatments composed of SA at three levels (0, 0.1, and 0.2 mM) and NaCl salinity at three levels (0, 50, and 100 mM). The effect of salinity level and SA priming was significant on all recorded factors, except from final germination percentage. As salinity level increased, all germination and physiological traits declined compared with control, whereas the mean germination time and percentage of cell death were increased. Moreover, as salinity was intensified, the Hill reaction was decreased significantly. Salinity exhibited the strongest effects at NaCl rate of 100 mM. Seed priming with SA increased germination speed index, reduced mean germination time, and increased leaf relative water content, seedling fresh and dry weight compared with plants from non-primed seeds. Seedling vigor index was increased by 23.4% in primed seeds with 0.2 mM SA. SA priming especially at 0.2 mM rate increased the Hill reaction rate and reduced percentage of cell death. SA priming could be regarded as a practical approach to improve germination traits, seedling growth, and physiological traits of *Lathyrus sativus* L. under salinity stress conditions.

Tuzluluk Stresi altında *Lathyrus sativus* L.'nin Çimlenme ve Büyümesini İyileştirmede, Salisilik Asit ile Tohum Priming Uygulaması

Makale Bilgileri

Geliş: 25.09.2019

Kabul: 05.01.2020

Online Yayınlanma 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.624649

Anahtar kelimeler

Hücre ölümü,
Çimlenme parametreleri,
Hill reaksiyonu,
Salisilik asit,
Tuzluluk

Öz: Ürünlerin tuzlu koşullar altında büyümeyi ve verimliliği sürdürme kabiliyetinin artırılması, büyük önem taşır. Salisilik asit (SA) ile priming, tuzluluk stresi altındaki *Lathyrus sativus*'un çimlenme ve fizyolojik özellikleri üzerine etkisi, tamamen tesadüfi bir faktöriyel deneme deseninde incelenmiştir. Deneme, üç seviyede SA (0, 0.1 ve 0.2 mM) ve üç seviyede (0, 50 ve 100 mM) NaCl'den oluşmuştur. Tuzluluk seviyesinin ve SA priming etkisi, nihai çimlenme yüzdesi hariç, kaydedilen tüm faktörler üzerinde önemli bulunmuştur. Tuzluluk seviyesi arttıkça, tüm çimlenme ve fizyolojik özellikler kontrole göre azalırken, ortalama çimlenme süresi ve hücre ölümü yüzdesi artmıştır. Ayrıca, tuzluluk derecesi arttıkça, Hill reaksiyonu önemli ölçüde azalmıştır. Tuzluluk, 100 mM NaCl uygulamasında en güçlü etkilerini göstermiştir. SA ile tohum priming, çimlenme hız endeksini arttırmış, ortalama çimlenme süresini azaltmış ve yaprak nispi su içeriğini arttırmış; priming yapılmayan tohumlardan elde edilen bitkilere kıyasla taze ve kuru ağırlığı

artırmıştır. 0.2 mM SA içeren priming yapılmış tohumlarda fide canlılığı indeksi % 23.4 artmıştır. Özellikle 0.2 mM SA primingi, Hill reaksiyon hızını arttırmış ve hücre ölümü yüzdesini düşürmüştür. SA priming, tuzluluk stresi koşulları altında *Lathyrus sativus* L.'nin çimlenme özelliklerini, fide büyümesini ve fizyolojik özelliklerini iyileştirmek için pratik bir yaklaşım olarak kabul edilebilir.

1. Introduction

Lathyrus sativus L., commonly known as grass pea, is an annual species of Fabaceae family that is highly adapted to adverse environments. *L. sativus* is resistant to environmental stresses and produces good grain yields under adverse climates (Cocks et al., 2000). Therefore, it is commonly grown for human consumption and livestock feed in Asia and East Africa. This species is also an excellent candidate for green manure owing to its fast vegetative growth, succulent organs, dense foliage, low C/N ratio, low water requirement (Lazanyi, 2000).

Salinity is a limiting factor of crop growth and yield in over 800 million ha of arable land (FAO, 2008) accounting for about 6% of the total global land. Salinity stress causes osmotic, ionic, and oxidative stresses, thereby generating several morphological, physiological, and chemical changes in plants and affecting photosynthesis, protein synthesis, lipid metabolism, and energy generation (Parida et al., 2005). Salinity stress can affect all physiological processes from germination to plant development. Photosynthesis is a key pathway in physiology of plants that is severely influenced by salinity. Previous research showed that NaCl significantly reduced growth parameters, Rubisco activity, photosynthetic efficiency and pigments, as well as sugar contents in maize while the effects of NaCl on the previous parameters were increased with NaCl concentrations (Khodary, 2004). Reduced activity of the Hill reaction was also observed in salt-stressed chloroplasts in wheat (El-Shintinawy, 2000), in cowpea (*Vigna sinensis*) (El-Shahaby et al., 2003), and in maize (El-Shahaby et al., 2003; Zeid, 2009).

Salinity stress can also affect other plant physiological processes. Abscisic acid built in response to salinity induces stomatal closure and, thereby, limits CO₂ inflow to the plant (Leung et al., 1994). Salinity can decrease plant protein content by impairing protein synthesis and increasing the activity of protein hydrolyzing enzymes or may increase plant protein content by synthesizing new proteins and/or reducing proteolytic enzymes (Dubey, 1999). The harmful impacts of salinity stress on plants can be caused by osmotic and ionic stresses (Munns and Tester, 2008) that result in metabolic disorders in cells manifested in the build-up of reactive oxygen species (ROS), namely superoxide (O₂⁻), hydrogen peroxide (H₂O₂), and hydroxyl radical (OH⁻) (Halliwell, 2006). The main site of ROS generation in leaves under salinity stress conditions are chloroplasts (Cavalcanti et al., 2007). Under the influence of environmental stresses, the closure of the stomata, and the reduction of gas exchanges, as well as the continued absorption of light energy, result in disturbances in the electron transport chain in the reaction centers and the reduction of the quantum yield of photosystem II (Maxwell and Johnson, 2000). The Hill reaction is described as the photoreduction of an electron acceptor by the hydrogens of water, with the evolution of oxygen. The ultimate electron acceptor is NADP⁺. The Hill reaction can be measured in isolated chloroplasts. One of the most perceptible responses of plants to environmental stresses is the loss of photosynthesis due to impaired photosystem II activity (Andrews et al., 1995).

One of the approaches to alleviate the impacts of salinity stress is seed priming. Priming refers to the pre-sowing treatment of seeds, by which seeds pass through initial stages of germination, but radicles do not emerge due to the low amount of imbibed water (Nascimento and Aragao, 2004; Ibrahim, 2016). This technique has a lot of advantages, such as fast and uniform emergence of seedlings, maturity progress, wider thermal range for germination, regeneration of damaged cells, reduction of barriers to embryo growth, quantitative and qualitative improvement of protein synthesis, seed dormancy breaking, improvement of environmental stress resistance during sowing, and eventually enhancement of plant growth and development (Ghasemi-Golazani et al., 2010; Ibrahim, 2016).

Salicylic acid (SA) is a plant growth regulator that may have desirable effects on seedling growth and development (Kerantev et al., 2008; Khan et al., 2015). SA, or ortho hydroxyl benzoic acid, belongs to a group of phenolic compounds and is known as an important molecule that regulates plant reaction to environmental stresses (Senarajna et al., 2000). The significance of salicylic acid (SA) has been increasingly recognized in improved plant abiotic stress-tolerance via SA-mediated control of

major plant-metabolic processes (Khan et al., 2015). In fact, SA alleviates salinity effects via increasing the level of hormones like auxins and cytokinins, e.g., it prevented any decrease in indoleacetic acid (IAA) and cytokinin contents and thus reduced stress-induced inhibition of plant growth (Shakirova et al., 2003), reducing the uptake of toxic ions, and contributing to membrane stability (El-Tayeb, 2005; Samea-Andabjadid et al., 2018). The exogenous application of salicylic acid prevented the lowering of IAA and cytokinin levels in salinity stressed wheat plants resulting in the betterment of cell division in root apical meristem, thereby increasing growth and productivity of plants (Shakirova et al., 2003). When the seed is subjected to salt stress, the adsorbed SA (during the preparation) rapidly attaches to the glucose and converts to salicylic acid β -glucoside (SAG).

The enzyme that converts SA into SAG is acid salicylic glucosyl transferase. The produced compounds play an important role in expressing the genes associated with increasing seed resistance to salt stress. Among the RS20-RS19-RS17-RSS (genes that increase the tolerance to salinity by counteracting the toxicity of salt ions) and the PST1 gene increases salinity tolerance by scavenging the active oxygen species that causes oxidative stress (El-Tayeb, 2005). Exogenous application of SA to soybeans and corn (Khan et al., 2003) increased plant growth and caused positive changes under salinity conditions, such as increased stomatal conductance, transpiration, and photosynthetic rates in both soybean and corn. However, research data on the effect of seed priming with SA on seed germination and growth of *L. sativus* seedlings do not exist.

Thus, the research question of this study was: can seed priming with SA improve germination and early growth of *L. sativus* under salt stress? Regarding the importance of *Lathyrus sativus* L in the field of medicine, soil improvement and green manure, this research was conducted to investigate the positive effect of salicylic acid for mitigating the salinity stress on germination, physiological traits and growth parameters of *Lathyrus sativus* L. Since salinity has been a major agriculture problem in West Azarbaijan Province in the region of Urmia Lake, the present study outcomes can be useful in combating with abiotic stresses, including salinity, towards the production of *Lathyrus sativus* L in this region.

2. Material and Methods

2.1. Germination and growth parameters

The study was carried out in the laboratory of Agriculture and Biology Department of Urmia University in 2016 as a factorial experiment based on a completely randomized design with three replications. The treatments composed of seed priming with salicylic acid (SA) at three levels (0, 0.1, and 0.2 mM) and salinity with sodium chloride (NaCl) at three levels (0, 50, and 100 mM). The seeds of *L. sativus* were first disinfected with sodium hypochlorite 5% for 2 min, and then rinsed with distilled water. For priming, seeds were soaked in SA solution at pre-determined concentrations (0.1 and 0.2 mM) in darkness at 25°C for 8 h. Then, they were air-dried at room temperature for 24 h to reduce surplus moisture. For the germination assay, 100 seeds were placed between two filter papers in Petri dishes with a diameter of 9 cm. The Petri dishes were placed in a germinator at 25°C.

In order to obtain the necessary moisture, seeds in Petri dish were watered every other day with distilled water and sodium chloride solution at concentrations of 0, 50 and 100 mM. To assess germination parameters (final germination percentage, mean germination time and germination speed index: as showed in formula), the seeds were counted at a certain hour every day until the number of germinated seeds reached a plateau for three consecutive days. The criterion for seed germination was the emergence of radicle at a length > 2 mm. On day seven, five seedlings were selected from each replication to measure the length of seedling, radicle, and plumule as well as seedling fresh and dry weight. After seedling fresh weight was recorded, the samples were oven-dried at 72°C for 48 h and the average of five samples was determined.

The remaining seedlings in the Petri dishes were used to explore the physiological parameters of *L. sativus*, including leaf relative water content, Hill reaction, cell death, as well as post-harvest length and weight parameters. Four seedlings were selected from each replication. Seedlings were planted in perlite-containing pots and were placed in a growth chamber at light/dark regime of 16/8 h. To provide the required moisture for seedlings in the pot, also every other day, distilled water and Hoagland solution containing, 0, 50 and 100 mM sodium chloride was used. To measure the post-harvest length and weight

parameters, root and stem length, root and stem fresh weight, and root and stem dry weight (oven-dried at 72°C for 48 hours) were recorded after 15 days.

2.2. Relative water content

To determine the relative water content of leaves, a quantity of 0.2 g was taken from a developed leaf in each replication, 1 cm² was detached from the middle part of its lamina, and then leaf discs were placed in a capped Petri dish containing distilled water, which was placed in darkness at 4°C for 16 h. Then, the leaves were taken out of the distilled water and after letting surplus moisture go, they were placed between two filter papers and their saturated weight was measured immediately. Next, leaves were oven-dried at 70°C for 48 hours to determine dry weight. Leaf relative water content (RWC) was calculated according to the following Formula 5.

2.3. Hill reaction

Hill reaction was measured according to Patsikka et al. (2001). A quantity of 0.2 g of fresh leaf tissue was weighed. Then, it was crushed with 3 mL of 50 mM phosphate buffer with pH 7 cooled down by freezing. The filtrated extract was centrifuged at 10,000 rpm for 2 min and the supernatant was removed. Then, 3 mL of cold phosphate buffer (50 mM, pH 7) was added to the deposit of the centrifuge and the deposit was suspended with a paintbrush. After that, 0.5 mL of the solution was taken and was added with 2 mL of cold phosphate buffer (50 mM, pH 7) and 0.2 mL of dichlorophenolindophenol (DCPIP). Immediately, its absorption was measured at 550 nm with a spectrophotometer. Then, the tubes were exposed to a 150-W lamp for 20 seconds and absorption was measured again. This practice was reiterated for 5 min until we had T = 100. The extent of DCPIP reduction was measured as a percentage of the non-SA-treated control.

2.4. Cell death measurement

Cell death is a criterion showing the extent of damage to the cell membrane and was measured according to Baker and Monck (1994) using the absorption of the Evans blue reagent. To measure cell death, three 1-cm pieces of root ends were placed in Evans blue reagent 0.025% in water for 30 min. Then, the pieces were rinsed with water for 15 min. After that, the samples were crushed in 1 mL of 50% methanol solution. The extract was placed in a bain-marie at 50 °C for 15 min, and then, it was centrifuged at 14,000 rpm for 15 min. Afterwards, the absorption was measured at 600 nm with a spectrophotometer and finally, cell death was stated as a percentage of control.

$$\text{Final germination percentage} = \frac{\text{Number of germinated seeds}}{\text{Total number of seeds}} \quad (1)$$

Germination speed index was calculated according to AOSA (1983) formula as follow:

$$\text{GSI} = \frac{\text{No. germinated seeds at first counting}}{\text{First day of counting}} + \dots + \frac{\text{No. germinated seeds at final counting}}{\text{Final day of counting}} \quad (2)$$

Mean germination time was obtained according to Ellis and Roberts (1981) formula as follow:

$$\text{MGT} = \frac{\sum D_n}{\sum n} \quad (3)$$

Seedling vigor index was calculated according to Brancalion et al. (2008) formula as follow:

$$\text{SVI} = \frac{\text{Seedling length (cm)} \times \text{germination percentage}}{100} \quad (4)$$

Relative water content was estimated by Weatherley (1950) formula as follow:

$$\text{RWC} = \frac{\text{Fresh weight} - \text{dry weight}}{\text{Saturated weight} - \text{dry weight}} \times 100 \quad (5)$$

Data were analyzed with the MSTAT-C software package. Treatment means were compared using Duncan's multiple range test at $P < 0.05$. Also, all graphs were drawn in MS-Excel software package.

3. Results

3.1. Germination and growth parameters

Final germination percentage (FGP) was not affected by salinity level and SA priming. However, germination speed index (GSI) was significantly influenced by salinity level, SA, and their interaction. The salinity levels of 50 and 100 mM reduced GSI significantly (16.65 and 18.55 (% /day) respectively) compared with control (28.00 % /day) (Figure 1). Priming with 0.2 mM SA improved GSI both under control and salinity conditions, but with 0.1 mM SA only under stress conditions.

Salt stress effect led to the increase of MGT from 2.173 (day) in control to 3.229 and 2.773 (day) in 100 and 50 mM of NaCl respectively. The priming with both SA concentrations reduced this parameter significantly, but in a similar extent (Figure 2).

Salinity and SA priming affected radicle, plumule, and seedling length, without significant interaction. Both levels of salinity resulted in reduction of radicle, plumule, and seedling growth. The reduction of plumule and seedling growth was higher at higher salinity levels. However, growth reduction of radicle was the same at both salinity levels. SA-primed seeds had longer radicles, plumules, and seedlings than non-primed seeds. However, the observed effect did not depend of SA concentration (Table 3).

Salinity stress reduced seedling vigor significantly in a dose dependent manner. Higher loss in seedling vigor occurred at higher salinity level (100 mM). Seeds primed with both SA concentrations caused similar improvement of seedling vigor (Table 3).

Both salinity level reduced seedling fresh weight as compared with control. Higher reduction was shown at 100 mM than 50 mM NaCl. In contrast, SA priming enhanced seedling fresh weight as compared with non-primed seeds. The highest effect was observed when 0.2 mM SA was applied (Table 3). However, the low rates of SA tested in this study were not sufficient to improve fresh weight under salinity stress. Salinity stress and SA priming influenced seedling dry weight significantly, without significant interaction. With the increase in salinity level, seedling dry weight was reduced. NaCl level of 100 mM resulted in loss of seedling dry weight from 16.2 mg in control to 12.76 mg in stress combination. The application of SA (0.2 and 0.1 mM) improved seedling dry weight (15.67 and 14.96 mg, respectively) versus control (Table 3), but the effect was significant only for SA at 0.2 mM.

3.2. Relative water content

Analysis of variance revealed the significant effect of salinity, SA priming, and their interaction on leaf relative water content (RWC) at $P < 0.01$ (Table 1). Under control and under stress conditions both SA concentrations caused the increase of RWC (Figure 3).

3.3. Hill reaction and cell death

There were significant differences in the Hill reaction between salinity stress levels and SA rates. As salinity was intensified, the Hill reaction was decreased significantly. The lowest rate of 54.84% was obtained at 100 mM of salinity. The application of SA improved the Hill reaction rate. The highest effect of improvement was shown in plants grown from seeds primed with 0.2 mM SA (Figure 4). Increased salinity level resulted in a significant increase of cell death percentage. The application of SA resulted in a decrease of cell death percentage (Figure 5).

3.4. Post germination test

Salinity level and SA priming influenced root and stem length, root fresh and dry weight significantly ($P < 0.01$), while the interaction of salinity with SA was insignificant for these traits (Table 2). The smallest root length (22.22 cm) and stem length (31.46 cm) were obtained from 100 mM salinity, while the greatest root length (34.35 cm) and the greatest stem length (52.82 cm) was obtained from SA 0.2 mM (Table 3). Different SA levels varied significantly in their effects, so that SA concentration of 0.2 mM had the greatest impact considering both these traits (root and stem length) (Table 3). Salinity resulted in significant loss of root fresh weight, and consequently its dry weight, as compared with control (Table 3). Salinity level of 100 mM caused root fresh weight to decrease from 0.1848 g to 0.1087 g in control. Also, root dry weight at this salinity level was decreased from 0.04956 g to 0.01844 g in control. On the other hand, SA primed seeds favored root fresh and dry weight. Root fresh weight differed significantly in plants treated with 0.1 mM SA from those treated with 0.2 mM SA. Indeed, plants treated with 0.2 mM SA exhibited the greatest root fresh weight. Plants treated with 0.1 mM SA and those treated with 0.2 mM SA had similar root dry weights (0.03333 and 0.04467 g, respectively) (Table 3).

Stem fresh and dry weights were influenced significantly by salinity level, SA priming, and their interaction (Table 2). When there was no salinity stress, SA application improved stem fresh and dry weight. This increase was the greatest at SA rate of 0.2 mM, resulting in stem fresh and dry weights of 1.207 and 0.1750 g, respectively. At salinity level of 50 mM NaCl, while 0.2 mM SA improved these traits (stem fresh and dry weight), it did not significantly differ from SA concentration of 0.1 mM. As salinity level was increased to 100 mM NaCl, only the higher SA concentration (0.2 mM) improved stem fresh and dry weight to 0.4067 and 0.03867 g, respectively (Figure 6 & 7).

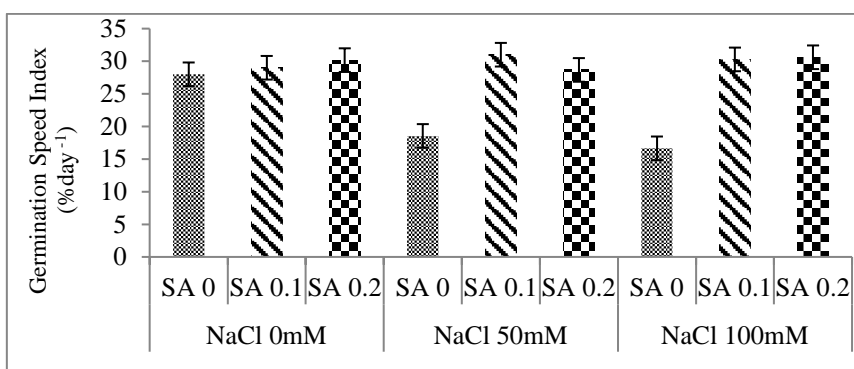


Figure 1. Values of germination speed index among treatments (different letters indicate significant differences at $P < 0.05$).

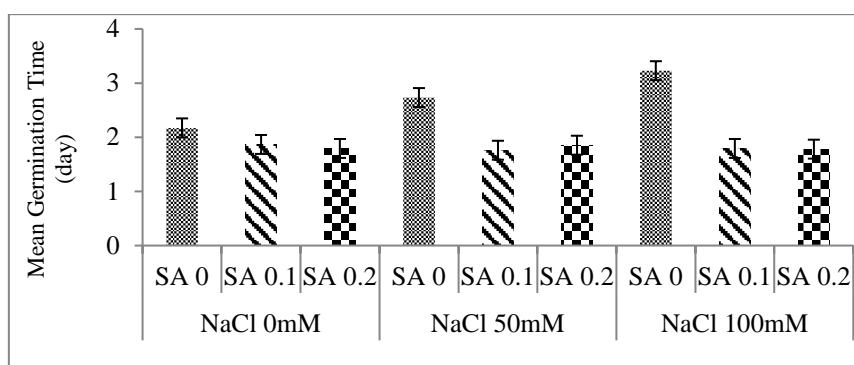


Figure 2. Values of mean germination time among treatments (different letters indicate significant differences at $P < 0.05$).

Table 1. Analysis of variance for the effect of salinity and salicylic acid on germination and physiological traits of *L. sativus*.

| Treatment | df | FGP (%) | MGT (day) | GSI (% /day) | RL (cm) | PL (cm) | SL (cm) | SVI | RWC (%) | SFW (mg) | SDW (mg) |
|---------------|----|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|
| Salinity | 2 | 0.037 ^{ns} | 0.236 ^{**} | 28.820 [*] | 7.343 [*] | 12.305 ^{**} | 37.622 ^{**} | 96814.35 ^{**} | 19.427 ^{**} | 1097.939 ^{**} | 27.898 ^{**} |
| SA | 2 | 0.037 ^{ns} | 2.526 ^{**} | 237.081 ^{**} | 3.291 [*] | 7.131 ^{**} | 17.83 ^{**} | 46125.17 ^{**} | 265.653 ^{**} | 3285.495 ^{**} | 11.591 [*] |
| Salinity × SA | 4 | 0.037 ^{ns} | 0.309 ^{**} | 44.062 ^{**} | 0.070 ^{ns} | 0.592 ^{ns} | 0.955 ^{ns} | 2339.492 ^{ns} | 4.304 ^{**} | 174.024 ^{ns} | 3.816 ^{ns} |
| Error | 18 | 0.037 | 0.01 | 7.115 | 0.622 | 0.307 | 0.838 | 2062.644 | 0.513 | 117.286 | 2.859 |
| CV% | | 0.39 | 4.72 | 9.88 | 13.7 | 12.93 | 9.13 | 9.05 | 0.99 | 10.28 | 11.5 |

** Significant at P < 0.01; * significant at P < 0.05; ns: not significant.

FGP: final germination percentage, MGT: mean germination time, GSI: germination speed index, RL: radicle length, PL: plumule length, SL: seedling length, SVI: seedling vigor index, RWC: relative water content SFW seedling fresh weight, SDW: seedling dry weight)

Table 2. Analysis of variance for the effect of salinity and salicylic acid on germination and physiological traits of *L. sativus*.

| Treatment | df | Root LE (cm) | Root FW (g) | Root DW (g) | Stem LE (cm) | Stem FW (g) | Stem DW (g) |
|---------------|----|-----------------------|---------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| Salinity | 2 | 380.205 ^{**} | 0.013 ^{**} | 0.002 ^{**} | 1639.009 ^{**} | 1.126 ^{**} | 0.025 ^{**} |
| SA | 2 | 290.145 ^{**} | 0.005 ^{**} | 0.002 ^{**} | 463.742 ^{**} | 0.263 ^{**} | 0.004 ^{**} |
| Salinity × SA | 4 | 4.431 ^{ns} | 0 ^{ns} | 0 ^{ns} | 0.924 ^{ns} | 0.022 [*] | 0.001 ^{**} |
| Error | 18 | 2.837 | 0 | 0 | 5.801 | 0.006 | 0 |
| CV% | | 5.88 | 8.08 | 12.48 | 5.32 | 14.14 | 17.04 |

** Significant at P < 0.01, * significant at P < 0.05, ns: not significant.

(Root LE: root length; Stem LE: stem length; Root FW: root fresh weight; Root DW: root dry weight).

Table 3. Mean comparison of the main effect of salinity and SA on germination and physiological parameters of *L. sativus*.

| Treatment | RL (cm) | PL (cm) | SL (cm) | SVI | SFW (mg) | SDW (mg) | Root LE (cm) | Stem LE (cm) | Root FW (g) | Root DW (g) |
|-----------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Salinity | | | | | | | | | | |
| 0 mM | 6.727 a | 5.476 a | 12.16 a | 610.1 a | 117.8 a | 16.2 a | 35.21 a | 58.42 a | 0.1848 a | 0.04956 a |
| 50 mM | 5.602 b | 4.253 b | 9.856 b | 492.8 b | 101.5 b | 15.11 a | 28.52 b | 46.04 b | 0.1400 b | 0.02689 b |
| 100 mM | 4.940 b | 3.138 c | 8.080 c | 403.3 c | 96.69 b | 12.76 b | 22.22 c | 31.46 c | 0.1087 c | 0.01844 b |
| SA | | | | | | | | | | |
| 0 mM | 5.162 b | 3.264 b | 8.427 b | 420.6 b | 84.42 b | 13.44 b | 22.99 c | 38.52 c | 0.1208 c | 0.01689 b |
| 0.1 mM | 5.736 b | 4.873 a | 10.61 a | 530.4 a | 109.6 a | 14.96 ab | 28.61 b | 44.58 b | 0.1429 b | 0.03333 a |
| 0.2 mM | 6.371 a | 4.729 a | 11.06 a | 555.1 a | 121.9 a | 15.67 a | 34.35 a | 52.82 a | 0.1698 a | 0.04467 a |

Different letters indicate significant differences at P < 0.05.

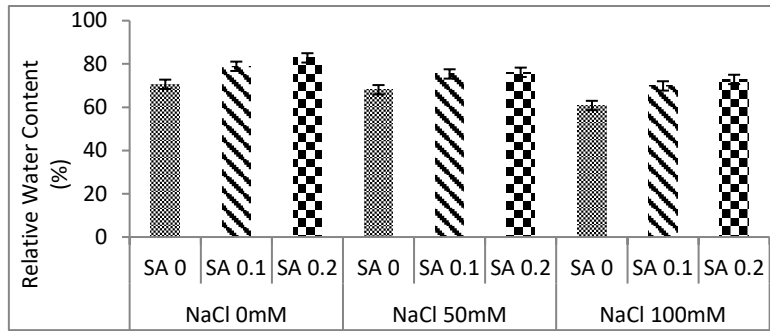


Figure 3. Values of relative water content among treatments (different letters indicate significant differences at $P < 0.05$).

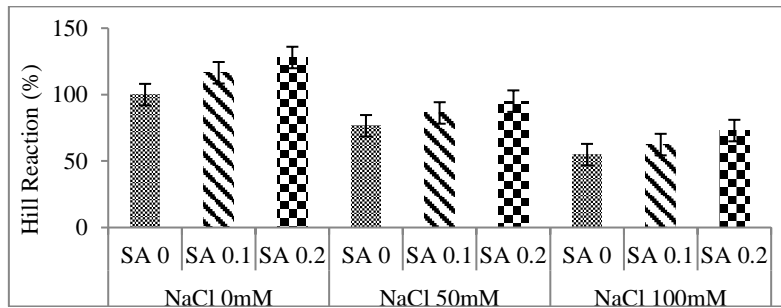


Figure 4. Values of Hill reaction speed (%) among treatments (different letters indicate significant differences at $P < 0.05$).

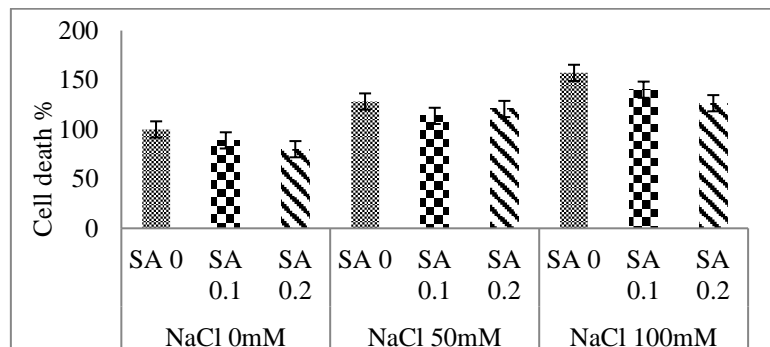


Figure 5. Values of cell death (%) among treatments (different letters indicate significant differences at $P < 0.05$).

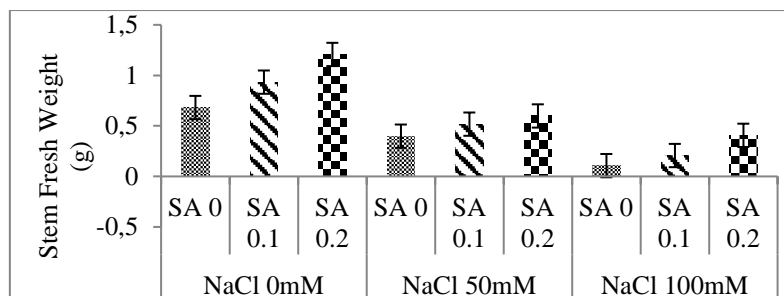


Figure 6. Stem fresh weight among treatments (different letters indicate significant differences at $P < 0.05$).

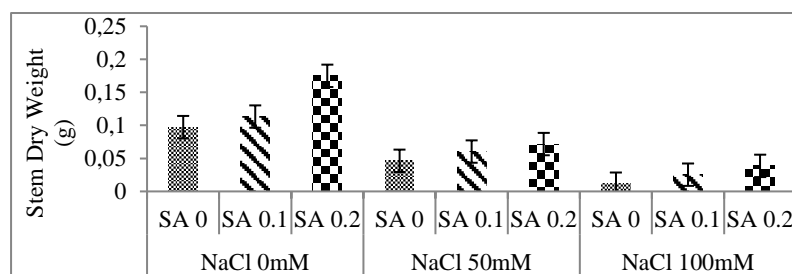


Figure 7. Stem dry weight among treatments (different letters indicate significant differences at $P < 0.05$).

4. Discussion and Conclusion

The study showed SA has significant effect on germination indices, growth and physiological parameters under salinity stress. SA increased GSI and decreased MGT on salt stress. The loss of GSI under salt stress could be related to the negative impact of low water potential on water uptake as well as toxic effect of ions (Na and Cl) on biochemical processes and catabolic (enzymatic hydrolysis of seed storage materials) and anabolic (generation of new tissues by materials hydrolyzed at the first step) stages of germination (Shamsadin Saeid et al., 2008). However, the positive effect of SA on GSI could be due to reducing oxidative damage under high salinity (Lee et al., 2010). It is possible that SA stimulates the seed germination via bio-synthesis of gibberellic acid and acts as thermogene inducers (Shah, 2003). The reduced MGT in SA primed seeds may be attributed to the increased water uptake and promotion of the biological processes during germination provoked by SA in those seeds (Debez et al., 2018), and the reduced accumulation of Na^+ and Cl^- ions by SA application (Jini and Joseph, 2017). Entesari et al. (2012) reported the same effect on the mung bean grown under salinity stress and primed with SA. Hamid et al. (2010) reported that SA priming of wheat seeds under salinity stress resulted in the production of more vigorous and larger seedlings and enhanced chlorophyll, dissolved sugars and proteins content of the plant. The positive effect of SA treatment on seedling growth under salinity stress could probably be caused by the involvement of this growth regulator in cell division (Shakirova et al., 2003; Dolatabadian et al., 2009). Increased cell division of apical meristem of initial roots, which in turn resulted in an increased level of elongation was shown in SA treated wheat (Shakirova et al., 2003). In this study priming with SA was decreased negative effects of salinity on root and shoot length, fresh and dry weight. Delavari et al. (2014) founded germination, length of root and shoot, fresh and dry weight decreased under salinity but pre-treatment with SA improved them. SA treatment alleviates osmotic stress and allows better water uptake. The mechanism by which SA increases the growth of the root and shoots in some plants are still unknown, but it is possible that SA adjusts elongation and cell division with other substances such as auxin (Nourafcan, 2015). The mechanism by which SA improves root and shoot growth of some plants is not well-understood, but SA is likely to regulate cell elongation and division through the aid of other compounds, like auxin (Shakirova et al., 2003). It was also shown that SA hinders the oxidation of auxin (Farkhonded et al., 2012). So, it seems that the increased level of seedling dry weight is related to the SA-induced increase in root and stem length through different ways.

It has been reported that the desirable effect of SA on seedling vigor under no stress conditions is accompanied with increased level of IAA and ABA (Shakirova et al., 2003). As mentioned above, the low effect of SA on seedling vigor under salinity stress could be attributed to the low rates of SA tested in this study. The mechanism by which SA improves root and shoot growth is not well-understood. However, Fariduddin et al. (2003) stated that SA inhibits auxin oxidation, whose elevated content increases net photosynthetic rate in leaf. Since salinity stress reduces cell division, it seems that the increase in seedling fresh weight associated with increasing root and shoots length that is affected by salicylic acid.

According to our results salinity reduced relative water content and SA improved that. Likewise, Agarwal et al. (2005) concluded that foliar application of SA improved RWC of leaves in wheat plants. Singh et al. (2015) reported the exogenous application of SA reduced the growth inhibition of plants caused by NaCl, and increased leaf relative water contents. The increased level of leaf RWC by SA can be related to the role of SA in increasing the capability of the antioxidant defensive system, alleviating stress, and increasing membrane stability and cohesion as well as osmotic adjustment through the

increased level of potassium as a crucial element in maintaining cell turgor (Bandurska and Stroinski, 2005; Korkmaz et al., 2007).

Reduced activity of the Hill reaction was also observed in salt-stressed chloroplasts of various plant species (El-Shintinawy, 2000; El-Shahaby et al., 2003; Zeid, 2009). Proteins D1 and D2 of the photosystem II are also damaged under stress conditions. These proteins are the main components of the photosystem II and their degradation results in photoinhibition (Bissati et al., 2000; Kruk et al., 2005). SA by retention and accelerating the repair of protein D1 and D2, also induction of protein kinases and reversible phosphorylation of proteins, reduce the severity of damage under stress conditions (Hui-Jie et al., 2011). The enhancement of Hill reaction activity with SA priming may be due to increased synthesis of chlorophyll content along with acceleration of photosynthesis performance and carbohydrate metabolism (Khodary, 2004). Ervin et al. (2005) observed increased activity of superoxide dismutase after treatment of plants with SA and argued that SA activates the antioxidant system and transmits the message to enhance the efficiency of the photosystems II. Bhattacharjee and Mukherjee (2002) reported that salinity induces oxidative stress causing membrane degradation. Salinity stress induces oxidative stress and, thereby, escalates the generation and accumulation of active radicals. This effect, in turn, oxidizes proteins and lipids and ruins membrane structure (Molassiotis et al., 2006). SA contributes to membrane maintenance by influencing polyamines, like putrescine, spermine, and spermidine, and generating membrane-stable complexes (Nemeth et al., 2002). This response may act through reducing the amount of hydrogen peroxide (Borsani et al., 2001), which is a toxic molecule in germinating seeds (Wojtyla et al., 2016).

This study assessed the effect of salinity stress and SA seed priming on *L. sativus* germination parameters and early growth, for which research data do not exist in the literature. Salinity stress (50 mM and 100 mM NaCl) resulted in significant decline of germination parameters, seedling vigor, and seedling growth, whereas the application of SA priming alleviated some negative effects of salinity on germination and related traits and improved most growth and physiological traits of *L. sativus*. According to the results, it can be concluded that the priming of *L. sativus* seeds with SA can alleviate the effect of salinity and improve the resistance of seedlings to salinity stress.

References

- Agarwal, S., Sairam, R. K. Srivastava, G. C., & Meena, R. C. (2005). Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes. *Biologia Plantarum*, 49, 541–550.
- Andrews, J. R., Fryer, M. J., & Baker, N. R. (1995). Characterization of chilling effects on photosynthetic performance of maize crops during early season growth using chlorophyll fluorescence. *Journal of Experimental Botany*, 46, 1195-1203.
- AOSA. (1983). *Seed vigor testing handbook*. Contribution 32, Handbook on Seed Testing, AOSA, Lincoln, NE, USA.
- Baker, C. J., & Monck, N. M. (1994). An improved method for monitoring cell death in a cell suspension and leaf disk assays using Evans blue. *Plant Cell*, 39, 7–12.
- Bandurska, H., & Stroinski, A. (2005). The effect of salicylic acid on barley response to water deficit. *Acta Physiologiae Plantarum*, 27, 379–386.
- Bhattacharjee, S., & Mukherjee, A. K. (2002). Salt stress-induced cytosolute accumulation, antioxidant response and membrane deterioration in the three rice cultivars during early germination. *Seed Science and Technology*, 30, 279–286.
- Bissati, K. E., Delphin, E., Murata, N., Etienne, A. L., & Kirilovsky, D. (2000). Photosystem II fluorescence - quenching in cyanobacterium *Synechocystis* PCC6803: involvement of two different mechanisms. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1457, 229-242.
- Borsani, O., Valpuestan, V., & Botella, M. A. (2001). Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedlings. *Plant Physiology*, 126, 1024–1030.
- Brancalion, P. H. S., Novembre, A. D. L. C., Rodrigues, R. R., & Tay, D. (2008). Priming of *Mimosa bimucronata* seeds: a tropical tree species from Brazil. *Acta Horticulturae*, 82, 163–168.
- Cavalcanti, F., Lima, J., Silva, S., Viegas, R., & Silveira, J. (2007). Roots and leaves display contrasting oxidative response during salt stress and recovery in cowpea. *J. Plant Physiol.*, 164, 591–600.

- Cocks, P., Siddique, K., & Humbury, C. (2000). *Lathyrus a New Grain Legume*. RIRDS. Publication, NO.99/150.
- Debez, A., Belghith, I., Pich, A., Taamalli, W., Abdelly, C., & Braun, H. P. (2018). High salinity impacts germination of the halophyte *Cakile maritima* but primes seeds for rapid germination upon stress release. *Physiologia Plantarum*, 164, 134–144.
- Delavari, M., Enteshariand, Sh., Manoochehri Kalantari, Kh. (2014). Effects of Response of *Ocimum basilicum* to the interactive effect of salicylic acid and salinity stress. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 4(2), 983-990.
- Dolatabadian, A., Sanav, S. A. M. M., & Sharif, M. (2009). Effect of salicylic acid and salt on wheat seed germination. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Sc.*, 59, 456–464
- Dubey, R. S. (1999). *Protein Synthesis by Plants Under Stressful Conditions*. In Pessaraki, M. (Ed.) *Handbook of Plant and Crop Stress*, Marcel Dekker Inc, New York, USA, pp, 153–167.
- Ellis, R. A., & Roberts, E. H. (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9, 373–409.
- El-Shahaby, O. A., Nemat Alla, M. M., Younis, M. E., & El-Bastawisy, Z. M. (2003). Effect of kinetin on photosynthetic activity and carbohydrate content in waterlogged or seawater-treated *Vigna sinensis* and *Zea mays* plants. *Plant Biosystems*, 136, 277–288.
- El-Shintinawy, F. (2000). Photosynthesis in two wheat cultivars differing in salt susceptibility. *Photosynthetica*, 38, 615–620.
- El-Tayeb, M. A. (2005). Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 45, 215–224.
- Entesari, M., Sharif-Zahed, F., Zare, S., Farhangfar, M., & Dashtaki, M. (2012). Effects of seed priming on mung bean (*Vigna radiate*) cultivars with salicylic acid and potassium nitrate under salinity stress. *International Journal of Agricultural Research and Reviews*, 2, 926-932
- Ervin, E. H., Zhang, X., & Schmidt, R. E. (2005). Exogenous salicylic acid enhances post-transplant success of heated Kentucky bluegrass and tall fescue sod. *Crop Science*, 45(1), 240–244.
- FAO. (2008). FAO land and plant nutrition management service. Available online at: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/>
- Fariduddin, Q., Hayat, S., & Ahmad, A. (2003). Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. *Photosynthetica*, 41, 281–284.
- Farkhonded, R. Nabizadeh, E., & Jalilnezhad, N. (2012). Effect of salinity stress on proline content, membrane stability and water relation in two sugar beet cultivars. *International Journal of Agricultural Science*, 2, 385–392.
- Foti, R., Abureni, K., Tigere, A., Gotosa, J., & Gere, J. (2008). The efficacy of different seed priming osmotica on the establishment of maize (*Zea mays* L.) caryopses. *Journal of Arid Environments*, 72, 1127–1130.
- Ghasemi-Golazani, K., Ghadordooz-Jeddi, A., Nasrolahzadeh, S., & Moghadam, M. (2010). Effect of hydropriming duration on seedling vigour and grain yield of pinto bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj*, 38, 109–113.
- Halliwell, B. (2006). Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental them of aerobic life. *Plant Physiology*, 141, 312–322.
- Hamid, H., Rehman, K., & Ashraf, Y. (2010). Salicylic acid-induced growth and biochemical changes in salt-stressed wheat. *Commun. Soil Science and Plant Analysis*, 41, 373-389.
- Hui-Jie, Z., Xue-Juan, Z. H., Pei-Fang, M., Yue-Xia, W., Wei-Wei, H., Hong, L., & Yi-Dan, Z. (2011). Effects of salicylic acid on protein kinase activity and chloroplast D1 protein degradation in wheat leaves subjected to heat and high light stress. *Acta Ecologica Sinica*, 31, 259–263.
- Ibrahim, E. A. (2016). Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. *Journal of Plant Physiology*, 192, 38–46.
- Jini, D., & Joseph, B. (2017). Physiological mechanism of salicylic acid for alleviation of salt stress in rice. *Rice Science*, 24, 97–108.
- Kerantev, A., Yordanova, R., Janda, T., Szalai, G., & Popova, L. (2008). Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants. *Journal of Plant Physiology*, 165, 920–931.

- Khan, W., Prithiviraj, B., & Smith, D. L. (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of Plant Physiology*, 160, 485–492.
- Khan, M. I., Fatma M., Per T. S., Anjum, N. A., & Khan N. A. (2015). Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. *Frontiers in Plant Science*, 6, 462.
- Khodary, S. E. A. (2004). Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. *International J. of Agriculture and Biology*, 6, 1–8.
- Korkmaz, A., Uzunlu, M., & Demirkairan, A. R. (2007). Treatment with acetylsalicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29, 503–508.
- Kruk, J., Czytko, H. H., Oettmeier, W., & Trebest, A. (2005). Tocopherol as singlet oxygen scavenger in photosystem II. *Plant Physiology*, 162, 749–757.
- Lazanyi, J. (2000). Grass pea and green manure effects in the Great Hungarian Plain. *Lathyrus Newsletter*, 1, 28–30.
- Lee, S., Kim, S. G., & Park, C.M. (2010). Salicylic acid promotes seed germination under high salinity by modulating antioxidant activity in *Arabidopsis*. *New Phytologist*, 188, 626–637.
- Leung, J., Bouvier-Durand, M., Morris, P.C., Guerrier, D., Chedfor, F., & Giraudat, J. (1994). *Arabidopsis* ABA-response gene AB11: features of a calcium-modulated protein phosphatase. *Plant Science*, 264, 1448–1452.
- Maxwell, K., & Johnson, G. (2000). Chlorophyll fluorescence a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51, 659–668.
- Molassiotis, A., Sotiropoulos, T., Tanou, G., Diamantidis, G., & Therios, I. (2006). Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of the apple rootstock EM 9 (*Malus domestica* Borkh). *Environ. and Experimental Botany*, 56, 54–62.
- Munns, R., & Tester, M., (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Reviews of Plant Biology*, 59, 651–681.
- Nascimento, W. M., & Aragao, F. A. S. (2004). Muskmelon seed priming in relation to seed vigor. *Scientia Agricola*, 61, 114–117.
- Nemeth, M., Janda, T., Hovarth, E., Paldi, E., & Szali, G. (2002). Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. *Plant Science*, 162, 569–574.
- Nourafcan, H. (2015). Effect of salicylic acid on salinity stress tolerance improvement of peppermint (*Mentha piperita* L.) in greenhouse. *Modern Science of Sustainable Agriculture Journal*, 10(2), 85–95. [in Persian with English abstract]
- Parida, A. K., & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants. A-review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60, 324–349.
- Patsikka, E., Aro, E. M., & Tyystjarvi, E. (2001). Mechanism of copper-enhanced photoinhibition in thylakoid membranes. *Physiologia Plantarum*, 113, 142–150.
- Samea-Andabjadid, S., Ghassemi-Golezani, K., Nasrollahzadeh, S., & Najafi, N. (2018). Exogenous salicylic acid and cytokinin alter sugar accumulation, antioxidants and membrane stability of faba bean. *Acta Biologica Hungarica*, 69, 86–96.
- Senarajna, T., Touchel, D., Bumm, E., & Dixon, K. (2000). Acetyl salicylic acid induces multiple stress tolerance in bean and plants. *Plant Growth Regulation*, 30, 157–161.
- Shah, J. (2003). The salicylic acid loop in plant defense. *Current Opinion Plant Bio.*, 6(4), 365–371.
- Shakirova, F. M., Shakbbutdinova, A. R., Bezrukova, M. V., Fatkhutdinova, K. A., & Fatkhutdinova, D. R. (2003). Changes in the hormonal status of wheat seedling induces by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164, 317–322.
- Shamsadin Saeid, M., Farahbakhsh, H., & Maghsodi Mude, A. A. (2008). Effects of salinity stress on germination, vegetative growth and some of physiological traits canola cultivars. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 11, 191–202.
- Singh, P. K., Shahi, S. K., & Singh, A. P. (2015). Effects of salt stress on physico-chemical changes in maize (*Zea mays* L.) plants Response to Salicylic Acid. *Indian J. of Plant Sciences*, 4(1), 69–77.
- Wojtyla, L., Lechowska, K., Kubala, S., & Garnczarska, M. (2016). Different modes of hydrogen peroxide action during seed germination. *Frontiers in Plant Science*, 7, 66.
- Weatherley, P. E. (1950). Studies in the water relations of cotton. 1. The field measurement of water deficits in leaves. *New Phytologist*, 49, 81–97.
- Zeid, I. M. (2009). Trehalose as osmoprotectant for maize under salinity-induced stress research. *Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5, 613–622.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

Türkiye Antepfıstığı Sektörünün Eşanlı Model Yöntemiyle Tahmini**

Okan TEMEL¹, Adem AKSOY^{*2}

^{1,2}Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, 25240, Erzurum, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-6442-0421> ²<https://orcid.org/0000-0003-4342-9272>

*Sorumlu yazar e-posta: aaksoy@atauni.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 18.12.2019
Kabul: 22.02.2020
Online Yayınlanma 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.661104

Anahtar kelimeler

Antepfıstığı sektörü,
Eşanlı model,
Türkiye

Öz: Bu çalışmanın amacı antepfıstığının arz, talep, dış ticaret boyutunun 1980 ile 2018 yılları arasında eşanlı bir sistem içerisinde modellenmesidir. Bu amaçla eşanlı model tahmin yöntemlerinden Full Information Maximum Likelihood Tahmin Modeli (FIML) kullanılmıştır. FIML modelinde eşanlık ilişkisini gösteren üretim, tüketim, ithalat ve ihracat olmak üzere 4 farklı denklem kurgulanmıştır. Model sonucuna göre; arz modelinde antepfıstığı fiyatı periyodisite ve zaman istatistiki açıdan önemli ve talep modelinde kullanılan değişkenlerin katsayı işaretleri anlamlı ve istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Dış ticaret boyutunda denklemlerin açıklayıcılığını gösteren R² değerleri arz ve talep modellerine göre oldukça düşük olduğu görülmüştür. Model sonuçları dikkate alındığında buna bağlı olarak üretimde dünyada talep gören çeşitlerin üretimine yönelmesi, ürün teşviklerinde periyodisitenin de dikkate alınması gerekmektedir.

Simultaneous Model Estimation of Turkey Pistachio Sector

Article Info

Received: 18.12.2019
Accepted: 22.02.2020
Online Published 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.661104

Keywords

Pistachio sector,
Simultaneous model,
Turkey

Abstract: The aim of this study is to model the supply, demand, and foreign trade dimension of Pistachio between 1980 and 2018. For this purpose, the Full Information Maximum Likelihood Estimation Model (FIML) was used for estimation. In the FIML model, four different equations, namely production, consumption, import and export, which show the relationship of simultaneity, are constructed. According to the model result; In the supply model, pistachio price periodicity and time were statistically significant and coefficient signs of the variables used in the demand model were found significant and statistically significant. R² values showing the explanation of the equations in foreign trade have been found to be quite low compared to supply and demand models. Considering the model results, accordingly, it should be directed to the production of varieties that are in demand in the world, and should be kept in front of the periodic in product incentives.

1. Giriş

Antepfıstığı, sakızgiller ailesinden olup yazların uzun ve sıcak sürdüğü kışları nispeten soğuk olan alanlarda yetişen bir meyvedir (Anonim, 2019a). Türkiye’de Gaziantep, Şanlıurfa ve çevre illeri bu bitkinin gelişimi açısından en uygun iklim koşullarına sahiptir. Antepfıstığının bileşiminde ortalama olarak %53.2 yağ, %19.6 protein, %19.0 karbonhidrat, %5.6 su, ve %2.6 kül bulunmaktadır (Rastgeldi, 2015). Antepfıstığı hem besin değerinin yüksek olması hem de ürününün kendine has lezzeti ile gıda

sektöründe önemli bir yere sahiptir. Antepfıstığı çerez olarak da tüketilmesinin yanı sıra çoğunlukla kurutulmuş ya da tuzla kavrulmuş şekilde satılmaktadır. Kuruyemiş ile çikolata sektörü başta olmak üzere tatlıcılık, eczacılık ve tıp sektörlerinde kullanılmaktadır (Gezginç ve Duman, 2004).

Dünya antepfıstığı üretiminde ilk üç sırada sırasıyla İran, Amerika ve Türkiye yer almaktadır. İran ve Amerika antepfıstığı üretimini büyük arazilerde düz ve sulu koşullarda yapmaktadır. Birim alana sık ağaç dikimi yapılarak dekara daha yüksek verim alınmaktadır. Türkiye’de ise antepfıstığı üretimi daha çok kıraç koşullarda yapılmaktadır (Aksoy ark., 2010). Türkiye’de yetiştirilen antepfıstığı çeşitleri genel olarak yoğun aromalı, lezzeti yüksek, küçük ve uzun çeşitlerdir. İran ve Amerika’da yetiştiriciliği yapılan çeşitler ise verim olarak daha yüksek fakat lezzetçe zayıf, yuvarlak şekilde, çıtlaklık oranı yüksek ve iri yapıdadır (Aksoy, 2002). Türkiye’de antepfıstığı yetiştiriciliği eski zamanlara dayanmasına rağmen ürünün üretimi istenilen seviyede artış göstermemiştir. Bunun sebebi antepfıstığı üretiminin genelde kuru koşullarda yapılıp, çoğunlukla kıraç ve meyilli olan arazilerde yapılmasıdır (Tekin ark., 2001). Antepfıstığı değerli meyvesi sayesinde üreticisine büyük oranda kazançlar sağlayıp, dünya çapında üne sahip olan önemli bir bitkisel besindir. Özellikle anavatani olarak yetiştigi Orta Doğu ülkelerinde popüler bir üründür. Dünya toplam antepfıstığı üretiminin ortalama %83.4’ü İran, Amerika ve Türkiye tarafından üretilmektedir. Dünya’da fıstık ağaç sayısı ve üretiminde üçüncü sırada yer alan ülke Türkiye’dir (FAO, 2019). Bu ülkeler dışında Suriye, Çin ve Yunanistan da antepfıstığı üretiminde iddialı olan ülkeler düzeyine her geçen gün biraz daha yaklaşmaktadırlar (Yavuz ark., 2016).

Türkiye’de özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi antepfıstığı üretimi bakımından önemli bir yere sahiptir. Türkiye’de en verimli arazilerin yer aldığı GAP bölgesinde özellikle Şanlıurfa, Gaziantep ile Siirt illerinde çiftçinin yetiştiriciliğini yaptığı gözde ürünlerden birisidir (Eldoğan ve Şahin, 2015).

Türkiye antepfıstığı üretiminde yüksek verim alınabilecek ülkelerden olup, ürünün yetiştiriciliğinde ekolojik koşullara uygun arazilere sahiptir. Ayrıca antepfıstığı periyodisite eğilimi olan bir meyvedir, periyodisite eğiliminden dolayı üretim miktarı yıldan yıla değişme göstermektedir (Ertürk ark., 2015).

Literatür çalışmaları daha çok antepfıstığı üretim maliyeti ve ekonomik analizi (Dilmen, 1976; Şen ve Sandal, 2015; Sandal ve Yurddaş, 2019) ve etkinlik konularına (Kızılaslan, 1994; Külekçi ve Aksoy, 2013; Külekçi, 2014) yöneliktir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin geleneksel ürünü olan antepfıstığı bölge çiftçisinin önemli gelir kaynağıdır. Türkiye’nin 2015 yılında üretimi 144 000 ton iken ihracatı 3 154 ton olmuştur. 2016 yılında ise üretim 170 000 ton, ihracat 4 710 ton olarak gerçekleşmiştir. Antepfıstığı üretimi 2017’de ise gerileyerek 78 000 ton olarak gerçekleşmiştir. 2018 yılında ise antepfıstığı üretimi artış göstererek 240 000 ton olarak gerçekleşmiştir. Antepfıstığı fiyatının dış pazarda iç pazara göre düşük olması, dünya piyasalarının istediği kalitede ürün üretilmemesi ve ithalat yapan ülkelere yıl içerisinde sabit fiyat garantisinin verilememesi gibi nedenlerle ihracatta azalma ve üretilen ürünün iç pazarda satılması zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır (Anonim, 2019b). 2001 yılından sonra devletin antepfıstığına destekleme alımından vazgeçmesi ile de sektör tamamen kendi kaderine terk edilmiştir. Türkiye ekonomisi ve dünya ekonomisinde önemli bir paya sahip olmasından dolayı antepfıstığı arz ve talep oluşumu ile dış ticaretinin dinamiklerinin bilinmesi önem arz etmektedir (Karacan ve Ceylan, 2017).

Bu çalışmanın amacı 1980 ile 2018 yılları antepfıstığı arz, talep ve dış ticaret boyutunun eşanlı bir sistem içerisinde modellenerek incelenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada modellerin tahmin edilmesine kullanılacak veriler Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organisation - FAO) veri tabanından elde edilmiştir. Veri seti olarak tek bir kaynağın tercih edilmesinin nedeni verilerin hem değişkenler arasında hem de zaman boyutunda birbirleriyle tutarlılık sağlamasıdır. Modellere dahil edilecek değişken sayısını en üst düzeyde tutabilmek adına verilerin zaman boyutu veri tabanının güncelliğine de bağlı olarak 1980 ile 2018 yılları arası antepfıstığı sektörüne etkisi olabilecek tüm değişkenler alınmıştır.

2.2. Yöntem

Eşanlı denklem modellerini tahmin eden birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin bazıları; Görünüşte İlişkisiz Regresyon, İki Aşamalı En Küçük Kareler, Üç Aşamalı En Küçük Kareler ve Genelleştirilmiş Momentler Metodu yöntemleri ile Full Information Maximum Likelihood (FIML), yani tam bilgi maksimum olabilirlik model tahminleridir. Bu modeller içerisinde FIML bütün tahmin ediciler arasında en etkin olanıdır (Greene, 2003). Bu nedenle çalışmada Full Information Maximum Likelihood (FIML) yöntemi kullanılmıştır (Creel, 2014).

Çalışmada antepfıstığı ürünün arz, talep ve dış ticaret boyutunu incelemek amacıyla eşanlılık ilişkisini gösteren üretim, tüketim, ithalat ve ihracat olmak üzere 4 farklı model kurgulanmıştır. (FIML) Tahmin Modeline ait denklemler aşağıya çıkarılmıştır.

$$\begin{aligned} ARZ_t &= \alpha_0 + \alpha_1 RANF_{t-1} + \alpha_2 PER_t + \alpha_3 TIME_t + e_{1t} \\ TALEP_t &= \beta_0 + \beta_1 RANF_t + \beta_2 RMG_t + \beta_3 RFIF_t + \beta_4 RCEF_t + e_{2t} \\ IHR_t &= \delta_0 + \delta_1 RIHRF_t + \delta_2 TIME_t + \delta_3 RPETF_t + e_{3t} \\ ITH_t &= \gamma_0 + \gamma_1 RITHF_t + e_{4t} \end{aligned}$$

Denklemlerde:

- ARZ*: Kabuklu antepfıstığı üretimi (ton)
RANF_{t-1}: Reel üretici antepfıstığı fiyatı (Bir yıl gecikmeli TL/kg)
PER: Periyodisite (ürünün bol olduğu yıllar 1 ve ürünün bol olmadığı yıllar 0)
TIME: Analizde kullanılan zaman aralığı (1980-2018)
TALEP: Antepfıstığı toplam tüketimi (ton)
RMG: Kişi başına GSMH (\$)
RFIF: Reel Fındık fiyatı (TL/ kg), 1994=100
RCEF: Reel Ceviz fiyatı (TL/ kg), 1994=100
IHR: Toplam antepfıstığı ihracatı (ton)
RIHRF: Dünya antepfıstığı ihracat fiyatı (\$/ton)
RPETF: Dünya petrol fiyatı (\$/Varil)
ITH: Toplam antepfıstığı ithalatı (ton)
RITHF: Dünya antepfıstığı ithalat fiyatı (\$/ton)

3. Bulgular

3.1. Antepfıstığı sektörü hakkında genel bilgiler

Antepfıstığı sektörü 2001-2018 yılları dikkate alınarak sektördeki değişme ortaya konmuştur. Antepfıstığı sektörüne ait üretim, işleme, dış ticaret, iç tüketim ve politikalar aşağıda sunulmuştur.

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre 2017 yılı itibariyle Dünya'da antepfıstığı üretiminde lider durumunda bulunan ülke İran'dır. Amirteimoori ve Chizari (2008), çalışmalarında İran'ın antepfıstığı sektöründe mukayeseli üstünlüğü olduğunu testip etmişlerdir. Amerika son zamanlarda üretim ve sulama tekniklerini geliştirmek suretiyle üretim hacmini devamlı artırmış ve İran'a rakip konuma gelmiştir. Türkiye ise dalgalı üretim yapısı ile rekoltenin yüksek olduğu sezonlarda bu ülkelerin ardından üçüncü sırada yer almaktadır (Çizelge 1).

Amerika, antepfıstığı üretimine 1963'ten sonra başlamasına rağmen günümüzde antepfıstığı üretiminde önemli aktörlerden birisi konumundadır. Türkiye, antepfıstığı yetiştiriciliğinin kıraç, kuru koşullarda yapılması ve üretimde modern tekniklerin kullanılmamasından dolayı üretim yapılan alanda önemli artışlar olmakla birlikte verimlilikte istenilen artış sağlanamamıştır.

Türkiye'de antepfıstığı üretimi yaygın olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesinde birkaç il dışında küçük alanlarda yabancı ağaçların aşılmasıyla yapılmaktadır. Son beş yılın ortalamasına göre antepfıstığı üretiminin %90.9'u Gaziantep, Şanlıurfa, Adıyaman, Siirt, Kahramanmaraş ve Kilis illerinden sağlanmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Ülkeler itibariyle antepfıstığı üretim payları (%)

| Yıllar | İran | Amerika | Türkiye | Çin | Suriye | Yunanistan | İtalya | Diğerleri | Dünya |
|--------|------|---------|---------|------|--------|------------|--------|-----------|-------|
| 2001 | 37.7 | 24.5 | 10.1 | 8.7 | 12.5 | 3.2 | 0.6 | 2.7 | 100 |
| 2002 | 47.7 | 26.4 | 6.7 | 5.4 | 10.1 | 1.7 | 0.4 | 1.6 | 100 |
| 2003 | 49.5 | 11.4 | 18.9 | 6.3 | 10.0 | 1.7 | 0.4 | 1.8 | 100 |
| 2004 | 41.6 | 35.4 | 6.7 | 7.2 | 4.8 | 1.8 | 0.5 | 2.1 | 100 |
| 2005 | 44.3 | 24.8 | 11.6 | 6.6 | 8.6 | 1.7 | 0.5 | 1.9 | 100 |
| 2006 | 47.9 | 16.2 | 16.5 | 5.4 | 11.0 | 1.2 | 0.2 | 1.6 | 100 |
| 2007 | 50.3 | 25.1 | 9.8 | 5.1 | 6.9 | 1.1 | 0.4 | 1.4 | 100 |
| 2008 | 31.3 | 23.9 | 22.8 | 7.6 | 10.0 | 1.6 | 0.4 | 2.5 | 100 |
| 2009 | 33.1 | 29.0 | 14.7 | 8.1 | 11.1 | 1.4 | 0.6 | 2.0 | 100 |
| 2010 | 30.1 | 33.0 | 17.8 | 8.1 | 8.0 | 1.1 | 0.4 | 1.6 | 100 |
| 2011 | 25.1 | 32.3 | 17.9 | 11.9 | 8.9 | 1.3 | 0.5 | 2.1 | 100 |
| 2012 | 24.1 | 36.3 | 19.7 | 9.5 | 7.5 | 1.1 | 0.1 | 1.7 | 100 |
| 2013 | 33.1 | 31.4 | 13.0 | 10.9 | 8.0 | 1.0 | 0.5 | 2.0 | 100 |
| 2014 | 49.8 | 26.4 | 9.0 | 8.5 | 3.3 | 1.0 | 0.4 | 1.6 | 100 |
| 2015 | 42.0 | 30.6 | 14.1 | 7.8 | 3.2 | 0.5 | 0.4 | 1,4 | 100 |
| 2016 | 29.8 | 38.5 | 16.1 | 7.9 | 5.4 | 0.6 | 0.3 | 1,5 | 100 |
| 2017 | 51.6 | 24.4 | 7.0 | 8.5 | 5.1 | 1.1 | 0.3 | 2.0 | 100 |

Kaynak: (FAO, 2019).

Çizelge 2. İller itibariyle antepfıstığı üretim payları

| Yıllar | Üretim payları (%) | | | | | | | Türkiye |
|--------|--------------------|-----------|----------|-------|---------------|-------|-----------|---------|
| | Gaziantep | Şanlıurfa | Adıyaman | Siirt | Kahramanmaraş | Kilis | Diğerleri | |
| 2001 | 25.2 | 30.3 | 3.2 | 7.1 | 8.3 | 2.3 | 23.6 | 100 |
| 2002 | 24.2 | 34.4 | 3.2 | 5.7 | 9.6 | 2.1 | 20.8 | 100 |
| 2003 | 40.3 | 33.1 | 7.7 | 2.4 | 5.4 | 1.1 | 10.1 | 100 |
| 2004 | 16.3 | 27.1 | 5.7 | 7.4 | 13.2 | 1.7 | 28.6 | 100 |
| 2005 | 34.0 | 31.7 | 4.8 | 3.6 | 8.8 | 2.0 | 15.2 | 100 |
| 2006 | 43.4 | 38.3 | 2.6 | 2.2 | 4.7 | 0.6 | 8.1 | 100 |
| 2007 | 49.6 | 18.5 | 11.8 | 3.3 | 4.4 | 1.2 | 11.1 | 100 |
| 2008 | 39.7 | 37.6 | 6.4 | 4.3 | 2.8 | 0.9 | 8.3 | 100 |
| 2009 | 50.2 | 17.0 | 6.0 | 14.1 | 3.7 | 1.1 | 8.0 | 100 |
| 2010 | 41.1 | 30.4 | 8.5 | 8.7 | 3.4 | 1.2 | 6.8 | 100 |
| 2011 | 32.9 | 32.7 | 8.3 | 11.3 | 4.4 | 1.2 | 9.3 | 100 |
| 2012 | 37.5 | 32.8 | 4.8 | 11.7 | 3.3 | 1.2 | 8.8 | 100 |
| 2013 | 11.2 | 34.5 | 9.5 | 21.3 | 5.9 | 3.5 | 14.0 | 100 |
| 2014 | 21.5 | 26.9 | 12.1 | 19.0 | 3.0 | 2.9 | 14.4 | 100 |
| 2015 | 36.9 | 33.2 | 10.7 | 7.8 | 1.5 | 1.6 | 8.3 | 100 |
| 2016 | 44.3 | 28.3 | 11.0 | 3.9 | 3.6 | 1.3 | 7.5 | 100 |
| 2017 | 18.9 | 36.5 | 13.4 | 10.2 | 4.7 | 4.1 | 12.1 | 100 |
| 2018 | 37.6 | 41.7 | 10.0 | 4.7 | 1.6 | 1.8 | 2.6 | 100 |

Kaynak: (TÜİK, 2019)

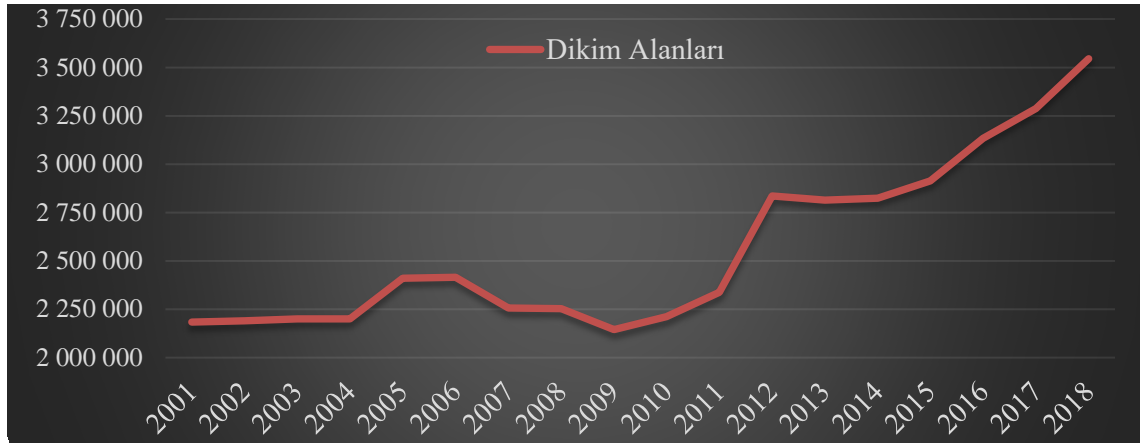
Yine son beş yılın ortalamasına göre antepfıstığı dikim alanlarının %97.2'si bu altı ilde bulunmaktadır. Dikim alanlarındaki artışın en fazla olduğu il yaklaşık 4 katlık artış ile Siirt'tir. Bunu 2.1'lik artış ile Kilis takip etmektedir. İller itibariyle genel olarak dikim alanlarının arttığı görülmektedir (Çizelge 3). 2001 yılında Gaziantep en fazla dikim alanına sahip iken 2018 yılında en fazla dikim alanının Şanlıurfa ilinde olduğu görülmektedir.

2001-2018 yılları arasında Türkiye antepfıstığı dikim alanlarında bazı yıllar düşüş yaşansa da genel olarak artış olmuştur. Bu süreçte dikim alanlarında ki en yüksek artış özellikle son yıllarda meydana gelmiştir. 2018 yılında 3 545 003 dekar alan ile gerçekleşmiştir (Şekil 1). Türkiye'de özellikle son yıllarda antepfıstığı iç talebinde önemli artışlar yaşanmıştır. Bu gelişme antepfıstığı fiyatlarının artmasına neden olmuştur. İç talep artışı ile birlikte özellikle Gaziantep ve Şanlıurfa illerinde modern yetiştiricilik yapan kapama bahçe sayılarında artışlar yaşanmasına neden olmuştur.

Çizelge 3. İller itibariyle antepfıstığı dikim alanları (%)

| Yıllar | Dikim Alanı (%) | | | | | | | Türkiye |
|--------|-----------------|-----------|----------|-------|---------------|-------|-----------|---------|
| | Gaziantep | Şanlıurfa | Adıyaman | Siirt | Kahramanmaraş | Kilis | Diğerleri | |
| 2001 | 44.1 | 34.8 | 12.1 | 2.3 | 1.6 | 1.4 | 3.6 | 100 |
| 2002 | 43.9 | 34.7 | 12.2 | 2.2 | 1.6 | 1.5 | 4.0 | 100 |
| 2003 | 43.8 | 35.0 | 12.2 | 2.2 | 1.5 | 1.3 | 4.0 | 100 |
| 2004 | 44.0 | 35.0 | 12.1 | 2.4 | 1.5 | 1.4 | 3.6 | 100 |
| 2005 | 39.6 | 32.0 | 11.1 | 11.1 | 1.8 | 1.3 | 3.1 | 100 |
| 2006 | 39.9 | 31.9 | 11.0 | 11.3 | 1.4 | 1.3 | 3.1 | 100 |
| 2007 | 35.6 | 34.1 | 10.6 | 12.6 | 2.3 | 1.4 | 3.4 | 100 |
| 2008 | 35.7 | 34.4 | 10.5 | 12.2 | 2.5 | 1.4 | 3.3 | 100 |
| 2009 | 36.9 | 35.8 | 11.0 | 8.5 | 2.8 | 1.5 | 3.4 | 100 |
| 2010 | 37.5 | 35.0 | 10.6 | 9.3 | 2.8 | 1.4 | 3.4 | 100 |
| 2011 | 37.0 | 36.7 | 10.3 | 9.0 | 2.6 | 1.2 | 3.3 | 100 |
| 2012 | 45.9 | 30.9 | 8.6 | 8.3 | 2.4 | 1.2 | 2.8 | 100 |
| 2013 | 46.2 | 31.5 | 8.7 | 6.7 | 2.4 | 1.9 | 2.5 | 100 |
| 2014 | 46.0 | 31.3 | 8.8 | 6.8 | 2.4 | 2.1 | 2.6 | 100 |
| 2015 | 44.6 | 33.2 | 8.7 | 6.5 | 2.3 | 2.0 | 2.6 | 100 |
| 2016 | 42.6 | 36.0 | 8.3 | 6.3 | 2.1 | 2.1 | 2.5 | 100 |
| 2017 | 41.5 | 38.1 | 7.8 | 5.7 | 2.1 | 1.9 | 2.8 | 100 |
| 2018 | 38.5 | 39.3 | 7.4 | 8.0 | 2.1 | 1.8 | 2.9 | 100 |

Kaynak: (TÜİK, 2019)



Şekil 1. Türkiye antepfıstığı dikim alanları (dekar).

Türkiye için stratejik öneme sahip olan antepfıstığının 2018 yılı üretimi 240 bin ton gerçekleşmiştir. Çiftçi eline geçen fiyat 2001-2018 yılları arasında sürekli olarak maliyetin üzerinde belirlenmiş ve maliyetin çiftçi eline geçen fiyata oranı %27.1 ile %97.1 arasında değişmiştir. Maliyetin destekleme fiyatına oranının birbirine en yakın olduğu 2017 senesinde oran %97.1 olarak gerçekleşmiştir. Sektörün bu şekilde karlı olması üreticilerin bahçelerindeki hastalık ve zararlılarla mücadele konusunda gerekli itinaı göstermelerine ve hem üretici hem de tüketicinin memnun olmasına neden olmuştur (Çizelge 4).

Antepfıstığı ihracatında yıllar itibari ile önemli dalgalanmalar yaşanmıştır. Özellikle son yıllarda ihracat önemli ölçüde azalsa da günümüzde pazar payını korumuştur. Türkiye'nin antepfıstığı üretiminde önemli ülkelerden biri olması münasebetiyle ithalat yok denecek kadar azdır. Son yıllara bakıldığında azda olsa ithalatta artış olmuştur. Bunun nedeni olarak Amerika'nın İran fıstığına ambargo koyması, bu ambargo sonucunda bir miktar fıstığın Türkiye üzerinden Amerika'ya satış yapılması gösterilebilir. İhracatın toplam üretim içindeki payı 2001'li yıllara kadar ortalama %16'lar civarında gerçekleşirken bu yıldan sonra ortalama giderek azalmış ve %2.8'ler civarına kadar düşmüştür. 2017 yılında ise %8.4 ile artış göstermiştir. İhracatın üretim içindeki payı %16.5 ile %0.6 arasında değişmiştir. İthalatın üretim içindeki payı %0.4'ün üzerine hiç çıkmamıştır (Çizelge 5).

Çizelge 4. Çiftçi eline geçen fiyat ve maliyetlerin karşılaştırılması.

| Yıllar | Çiftçi El. Geç. Fiyat | Maliyet | Maliyet/Çiftçi Eline Geçen Fiyat |
|--------|-----------------------|---------|----------------------------------|
| | TL/kg, | TL/kg, | % |
| 2001 | 2.73 | 1.35 | 49.5 |
| 2002 | 4.21 | 1.14 | 27.1 |
| 2003 | 5.07 | 1.49 | 29.4 |
| 2004 | 6.03 | 2.36 | 39.1 |
| 2005 | 6.61 | 4.14 | 62.6 |
| 2006 | 6.67 | 3.33 | 49.9 |
| 2007 | 6.99 | 3.80 | 54.4 |
| 2008 | 6.81 | 5.08 | 74.6 |
| 2009 | 7.85 | 4.36 | 55.5 |
| 2010 | 11.07 | 4.82 | 43.5 |
| 2011 | 11.19 | 4.95 | 44.2 |
| 2012 | 10.08 | 5.58 | 55.4 |
| 2013 | 11.23 | 6.54 | 58.2 |
| 2014 | 19.12 | 7.19 | 37.6 |
| 2015 | 17.46 | 6.69 | 38.3 |
| 2016 | 15.79 | 6.19 | 39.2 |
| 2017 | 19.61 | 19.04 | 97.1 |
| 2018 | 29.6 | 10.07 | 34.0 |

Kaynak: (TUİK, 2019; Anonim, 2019c)

Çizelge 5. Antepfıstığı ihracat, ithalat miktarları ve üretim içindeki payları (FAO, 2019)

| Yıllar | İhracat | İthalat | Üretim | İhracat/Üretim | İthalat/Üretim |
|--------|---------|---------|---------|----------------|----------------|
| | Ton | Ton | Ton | % | % |
| 2001 | 4 947 | 28 | 30 000 | 16.5 | 0.1 |
| 2002 | 1 936 | 107 | 35 000 | 5.5 | 0.3 |
| 2003 | 1 038 | 68 | 90 000 | 1.2 | 0.1 |
| 2004 | 757 | 120 | 30 000 | 2.5 | 0.4 |
| 2005 | 823 | 37 | 60 000 | 1.4 | 0.1 |
| 2006 | 864 | 79 | 110 000 | 0.8 | 0.1 |
| 2007 | 975 | 84 | 73 416 | 1.3 | 0.1 |
| 2008 | 2 621 | 84 | 120 113 | 2.2 | 0.1 |
| 2009 | 2 376 | 197 | 81 795 | 2.9 | 0.2 |
| 2010 | 717 | 14 | 128 000 | 0.6 | 0 |
| 2011 | 1 160 | 10 | 112 000 | 1 | 0 |
| 2012 | 2 328 | 0 | 150 000 | 1.6 | 0 |
| 2013 | 3 948 | 266 | 88 600 | 4.5 | 0.3 |
| 2014 | 821 | 15 | 80 000 | 1 | 0 |
| 2015 | 3 154 | 15 | 144 000 | 2.2 | 0 |
| 2016 | 4 710 | 29 | 170 000 | 2.8 | 0 |
| 2017 | 6 575 | 218 | 78 000 | 8.4 | 0.3 |

3.2. Antepfıstığı sektörü ekonometrik model sonuçları

Modelde kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 6'de verilmiştir. İthalat değişkenine bakıldığında Türkiye'nin antepfıstığı ithalatının yok denecek kadar az olduğu dikkati çekmektedir. 1981-2018 yılları içerisinde antepfıstığı dünya ithalat fiyatının 5 764 3 \$/ton olduğu ihracat fiyatının ise 6 103.8 \$/ton olduğu tespit edilmiştir. Belirtilen periyot içerisinde dünya antepfıstığı üretiminin ortalama 484 822 ton olduğu Türkiye'nin ise %13.9'luk pay aldığı görülmektedir.

Değişkenlerin dağılımına bakıldığında zaman haricinde verilerin sağa çarpık oldukları en fazla çarpıklığın ithalatta olduğu gözlemlenmiştir. İthalat, reel antepfıstığı fiyatı, reel fındık fiyatı, reel ithalat ve ihracat fiyatı değişkenlerinin normal dağılım eğrisinden daha dik (leptokurtik) olduğu dikkati çekmektedir.

FİML tahmin modeli arz ve talep denklemlerinde arz ve talep içsel değişken olarak, bir yıl gecikmesi alınmış reel antepfıstığı fiyatı, periyodisite, zaman, reel milli gelir, reel fındık ve ceviz fiyatları dışsal değişkenler olarak modele dahil edilmiştir.

Çizelge 7'de arz ve talep denklemlerine ait değişkenlerin katsayıları, P değerleri, denklemlerin açıklayıcılığı, anlamlılıkları ve diğer test sonuçları verilmiştir. Arz ve talep modelleri sırasıyla %81 ve %72'lik yüksek bir açıklayıcılıkla tahmin edilmişlerdir. Arz modelinde bir yıl gecikmesi alınmış

antepfıstığı fiyatı, periyodisite ve zaman istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. 2002 yılında yapılan ekonometrik çalışmada da arz ile çiftçi eline geçen fiyat arasında pozitif yönlü önemli ilişki tespit edilmiştir (Aksoy, 2002). Talep modeli dört adet bağımsız değişken ile açıklanmaya çalışılmıştır. Modelde kullanılan değişkenlerin katsayı işaretleri anlamlı ve istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Antepfıstığı tüketimi ile fiyatı arasında negatif yönlü önemli bir ilişki bulunmaktadır. Antepfıstığına rakip olan fındık ve ceviz fiyatları ile antepfıstığı tüketimi arasında pozitif yönde önemli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Regresyon denkleminin hata teriminde otokorelasyonun varlığı incelenmiştir. Engel, sadece hata teriminde değil, hata teriminin varyansında da otokorelasyon aranması gerektiğini öne sürmüş ve bu amaçla otoregresif koşullu farklı varyans (ARCH = AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity) modelini geliştirmiştir. ARCH modelinin ardında, “hata teriminin varyansı, bir gecikmeli hata terimi varyansının karesinin büyüklüğüyle ilişkilidir” fikri yatmaktadır (Miran, 2018). Bu bağlamda elde edilen modellerin hata terimlerinin dağılımına ilişkin gerçekleştirilen test sonuçları irdelendiğinde otokorelasyon ve otoregresif farklı varyans probleminin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 6. Modelde kullanılan verilere ait tanımlayıcı istatistikler

| Variable | Ortalama | Median | Minimum | Maksimum |
|----------|-----------|----------------|-----------|-----------|
| ITH | 155.63 | 57.000 | 0.00000 | 1296.0 |
| DUR | 484 822 | 429 510 | 161 580 | 1 166 767 |
| RANF | 0.082491 | 0.079300 | 0.052632 | 0.15380 |
| RCEF | 0.046455 | 0.040862 | 0.016841 | 0.093962 |
| RFIF | 0.038915 | 0.035720 | 0.021202 | 0.092829 |
| TIME | 20.500 | 20.500 | 2.0000 | 39.000 |
| RITHF | 5 764.3 | 5 584.3 | 3 260.7 | 10500 |
| RIHRF | 6 103.8 | 6 046.7 | 3 672.2 | 13176 |
| ARZ | 67 630.0 | 55 000 | 13 000 | 240 000 |
| TALEP | 56 981.0 | 50 082 | 1 0672 | 147 037 |
| RMG | 6 076.2 | 4 401.0 | 2 316.5 | 11 835 |
| Variable | Std. Sap. | Varyasyon Kat. | Çarpıklık | Basıklık |
| ITH | 260.04 | 1.6709 | 3.0123 | 9.5214 |
| DUR | 270 350 | 0.55762 | 0.89253 | 0.016244 |
| RANF | 0.019371 | 0.23483 | 1.8130 | 4.2607 |
| RCEF | 0.022225 | 0.47843 | 0.58974 | -0.72939 |
| RFIF | 0.013954 | 0.35857 | 1.8338 | 4.3066 |
| TIME | 11.113 | 0.54210 | 0.00000 | -1.2017 |
| RITHF | 1 679.1 | 0.29129 | 0.74065 | 0.26430 |
| RIHRF | 1 987.1 | 0.32554 | 1.6827 | 3.2759 |
| ARZ | 50 082 | 0.74054 | 1.4326 | 2.0875 |
| TALEP | 36 560 | 0.64161 | 0.73597 | -0.43443 |
| RMG | 3238.9 | 0.53305 | 0.56632 | -1.2992 |

Arz denklemi ile talep denklemi kalıntıları arasındaki ilişki düzeyinin birbirinden bağımsız ve otokorelasyonsuz (Breusch-Pagan Ki-kare(1) = 14.4285, P=0.0001) olduğu bulgusuna varılmıştır. Dolayısıyla denklemlerin kalıntılarında herhangi bir denklemin kalıntılarında meydana gelen değişiklik diğer denklemin kalıntılarında önemli değişkenliğe bundan sonra sebep olacağı ve kalıntıların otokorelasyonsuz olacağını göstermektedir.

Dış ticaret denklemlerinde ihracat ve ithalat içsel değişken olarak alınmış, zaman, reel petrol varil fiyatı ve reel ihracat fiyatı dışsal değişkenler olarak modele dahil edilmiştir. İhracat ve ithalat denklemlerinde modelin açıklayıcılığını gösteren R² değerlerinin arz ve talep modellerine göre oldukça düşük olduğu görülmektedir. İhracat modelinde bağımsız değişkenlerin modelin %36'sını açıkladığı, ithalat modelinde ise açıklayıcı değişken sayısının bir tane olmasından dolayı açıklayıcılığını oldukça düşük %11 olduğu görülmektedir (Çizelge 8). İhracat miktarı ile reel ihracat fiyatı arasında pozitif yönlü önemli bir ilişki olduğu görülmektedir. İthalat denkleminde ithalat miktarı ile ithalat fiyatı arasında negatif ilişki olduğu tespit edilmiştir.

İki regresyon modelinde de otokorelasyon problemine bakılmış ve hata terimler arasında ilişki olmadığı tespit edilmiştir. Zaman serileriyle yapılan tahminlerde karşılaşılabilen değişken varyans problemi olup olmadığı ARCH testi yapılarak irdelenmiş otoregresif koşullu farklı varyans problemi ile karşılaşılmamıştır. Denklem kalıntıları arasındaki kovaryansa bakıldığında ihracat denklemi ile ithalat

denklemler arasındaki kovaryans ilişkisi (Breusch-Pagan Ki-kare(1) = 0.346896, P=0.5559) önemsiz bulunmuştur. Bu da denklemlerin kalıntılarında herhangi bir denklemin kalıntılarında meydana gelen değişiklik diğer denklemin kalıntılarında önemli değişkenliğe sebep olmayacağını göstermektedir.

Çizelge 7. Arz ve talep denklemleri için Full Information model sonuçları

| Değişkenler | Arz | | | Talep | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------|-------------------------------------|-----------|----------|
| | Katsayı | Std. Hata | P-değeri | Katsayı | Std. Hata | P-değeri |
| Sabit | -15 727.4 | 15 953.7 | 0.324 | 21 286.5 | 10 441.5 | 0.042** |
| RANF _{t-1} | 354 897 | 214 372 | 0.0978* | | | |
| PER | 8 179.2 | 4 731.6 | 0.0839* | | | |
| TIME | 2 502 | 405.2 | 0.000*** | | | |
| RANF | | | | -440990 | 139 873 | 0.002*** |
| RMG | | | | 4.367 | 1.132 | 0.000*** |
| RFIF | | | | 518 944 | 234 306 | 0.027** |
| RCEF | | | | 545 521 | 205 406 | 0.008*** |
| Testler | | | | | | |
| R ² | 0.814 | | | 0.718 | | |
| Log-Likelihood | | | | -848.26 | | |
| Otokorelasyon | Ki-kare(1) = 1.32797 (0.2492) | | | Ki-kare(1) = 0.909894 (0.3401) | | |
| ARCH | P(Ki-kare(1) > 1.66395) = 0.19707 | | | P(Ki-kare(1) > 0.533717) = 0.465048 | | |
| Kalıntılar için çapraz denklem (VCV) | 7.5180e+008 | | | - | | |
| | 4.7577e+008 | | | 4.1281e+008 | | |
| Breusch-Pagan | Çapraz kovaryans matrisi için | | | Ki-kare(1) = 14.4285 (0.0001) | | |

*, 0.10, **, 0.05, ***, 0.01

Çizelge 8. Dış ticaret denklemleri için Full Information model sonuçları

| Değişkenler | İHRACAT | | | İTHALAT | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|-----------|----------|------------------------------------|-----------|-----------|
| | Katsayı | Std. Hata | P-değeri | Katsayı | Std. Hata | P-değeri |
| Sabit | -4563.400 | 2 728.2 | 0.094* | 450.257 | 142.133 | 0.0015*** |
| RIHRF | 1.1937 | 0.6229 | 0.055* | | | |
| TIME | 234.759 | 55.296 | 0.000*** | | | |
| RPETF | -37.895 | 28.238 | 0.1796 | | | |
| RITHF | | | | -0.0511 | 0.0237 | 0.031* |
| Testler | | | | | | |
| R ² | 0.359 | | | 0.110 | | |
| Log-Likelihood | | | | -626.622 | | |
| Otokorelasyon | Ki-kare(1) = 0.429837 (0.5121) | | | Ki-kare(1) = 0.97058 (0.3245) | | |
| ARCH | P(Ki-kare(1) > 1.53793) = 0.694937 | | | P(Ki-kare(1) > 0.00016) = 0.989886 | | |
| Kalıntılar için çapraz denklem (VCV) | 1.2418e+007 | | | - | | |
| | -81543 | | | 58622 | | |
| Breusch-Pagan | Çapraz kovaryans matrisi için | | | Ki-kare(1) = 0.346896 (0.5559) | | |

*, 0.10, **, 0.05, ***, 0.01

4. Tartışma ve Sonuç

Ekonometrik analiz sonuçlarına göre; arz ve talep modellerinde kullanılan değişkenlere ait kat sayıların işaretlerinin anlamlı ve istatistiki açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir. Dış ticaret boyutunda ise arz ve talep modellerine göre modellerin açıklayıcılığının oldukça düşük olduğu görülmüştür. En fazla çarpıklığın ithalatta olduğu ve buna bağlı olarak antepfıstığı ithalat miktarı ile ithalat fiyatı arasında negatif ilişki olduğu tespit edilmiştir. İhracatta antepfıstığı ihracat miktarı ile reel ihracat fiyatı arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Antepfıstığı tüketimi ile fiyatı arasında negatif, antepfıstığı tüketimi ile antepfıstığına rakip olan fındık ve ceviz fiyatları arasında pozitif ilişki olduğu ortaya çıkmıştır.

2009-2018 yılları arasında antepfıstığı dikim alanındaki %65.3'lük artış ve unun sonucunda her geçen gün sayısı artmaya devam eden antepfıstığı bahçelerinden dolayı üretim önümüzdeki 10 yıl içerisinde iki katından daha fazla artış gösterecektir. Piyasada iç talebin çok üzerinde arz ile karşılaşılacaktır. Buda üreticilerin ciddi anlamda zarar etmesine neden olacaktır. Türkiye'de bu

bağlamda antepfıstığı sektörü ile ilgili olarak acil olarak yeni politika araçlarına ihtiyaç duyulacaktır. Antepfıstığında yeni kurulmuş olan bahçelerde ve antepfıstığı üretiminin yoğun olarak yapıldığı bölgelerde sulanabilen alanlarda dünya talebinin yüksek olduğu çeşitlerin dikiminin yapılması önem arz etmektedir.

Yeni kurulacak kapama antepfıstığı bahçelerine istenilen çeşitlerin dikilmesi durumunda tesis desteği verilmelidir. Ayrıca antepfıstığının depolama süresinin uzun olması, piyasada bu ürünün kalite olarak her zaman bulunabilmesi, fiyat istikrarını istenen düzeyde sağlamak ve antepfıstığı üreticisinin yeterli geliri sağlaması adına lisanslı depoculuk ile birlikte ürün ihtisas borsalarını kurmak Türkiye için bir zorunluluk haline gelmiştir.

Ülke içerisinde piyasaya dönük üretim yapan işletmelerin başarısının altında yatan faktörlerin tespit edilmesi ve bu tespitler doğrultusunda ulusal ve bölgesel olarak çalışmalar yapılması tarım politikasına yön verme adına önem arz etmektedir. İhracata yönelik üretime teşvik verilmelidir. Bu teşvik sisteminde üretimin dönemler arası değişiminin de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu açıdan işletme ölçeğinin büyümesini sağlayacak ulusal veya bölgesel tarım politikalarının oluşturulması önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Aksoy, A. (2002). 'Türkiye antepfıstığı sektörünün ekonometrik bir analizi', Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), Erzurum.
- Aksoy, A., Külekçi, M., & Aksoy, E. (2010). Antepfıstığı üretiminde işletme başarısına etki eden faktörlerin belirlenmesi dağ ve ova köylerinin karşılaştırılması. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 31-37.
- Amirteimoori, S., & Chizari A. H. (2008). An investigation of comparative advantage of pistachio production and exports in Iran. *J. Agric. Sci. Technol.* Vol. 10, 395-403.
- Anonim, (2019a). Antepfıstığı ağacı ile ilgili bilmeniz gereken her şey. <https://www.kuruyemisborsasi.com/blogs/k/antep-fistigi-agaci>. Erişim Tarihi:24.04.2019.
- Anonim, (2019b). Türkiye antepfıstığı durum analizi <https://www.aydinlik.com.tr/turkiye-antep-fistigi-uretiminde-dunya-liderligine-kosuyor-cevre-ekim-2018>. Erişim Tarihi:04.03.2019.
- Anonim, (2019c). Gaziantep il tarım ve orman müdürlüğü antepfıstığı maliyet cetvelleri.
- Creel, M. (2014). *Econometrics*. Department of Economics and Economic History, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Dilmen, B. (1976). *Gaziantep Merkez Yöresinde Antepfıstığı Üretim Ekonomik Analizi*. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 447, Erzurum.
- Eldoğan, Ü., & Şahin, A. (2015). Gaziantep ilinde antepfıstığı üretim ekonomisi araştırması. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(3), 29-36.
- Ertürk, Y. E., Geçer, M. K., Gülsoy, E., & Yalçın, S. (2015). Antepfıstığı üretimi ve pazarlaması. *Iğdır University Journal of the Institute of Science and Technology*, 5(2), 43-62.
- FAO, (2019). Food and Agriculture Organization Web Page <http://www.fao.org/faostat/en/#data> Erişim Tarihi:04.05.2019.
- Gezginç, Y., & Duman, A. D. (2004). Antepfıstığı işleme tekniği ve muhafazasının kalite üzerine etkisi. *Gıda*, 29(5).
- Greene, W. H. (2003). *Econometric Analysis*. Pearson Education India.
- Karacan, E., & Ceylan, R.F. (2017). Antepfıstığı fiyatının türkiye'de üretici kararları üzerine etkisinin analizi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 88-100.
- Kızılaslan, H. (1994). Antepfıstığı üretiminde karşılaşılan teknik ve ekonomik sorunlar-çözüm önerileri. *Güneydoğu Birlık Dergisi*, sayı, 16.
- Külekçi, M. (2014). Antepfıstığı üretiminde kâr etkinliğinin belirlenmesi; veri zarflama analizi uygulaması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2014(1), 94-105
- Külekçi, M., & Aksoy, A. (2013). Input-output energy analysis in pistachio production of Turkey. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 32(1), 128-133.
- Miran, B. (2018). *Ekonometri*. Lambert Academic Publishing.
- Rastgeldi, B. (2015). *Antepfıstığı işleme tesisi atıksularının arıtılabilirliğinin araştırılması*. Çevre Mühendisliği anabilim dalı, Yüksek lisans tezi, Şanlıurfa.

- Sandal, E.K., & Yurddaş, M. (2019). Şanlıurfa ilinde antep fıstığı üretimi ve maliyet-kazanç analizi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(6), 486-497.
- Şen, Ö., & Sandal E. K. (2015). *Gaziantep ilinde antep fıstığı üretimi ve maliyet- kazanç analizi*. Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı 21-23 Mayıs 2015, Ankara.
- Tekin, H., Arpacı, S., Atlı, H. S., Açar, İ., Karadağ, S., Yükçeken, Y., & Yaman, A. (2001). *Antepfıstığı Yetiştiriciliği*, Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 13.
- TÜİK, (2019). Türkiye İstatistik Kurumu İnternet Sayfası. <http://tuik.gov.tr/Start.do>. Erişim Tarihi:05.05.2019.
- Yavuz, M. A., Yıldırım, H., & Ahmet, O. N. A. Y. (2016). Dünya antepfıstığı üretiminde son on yılın değerlendirilmesi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(2/2), 22-31.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

Planning and Design of Prefabricated Beef Cattle Barns Constructed by Lightweight Concrete for Cold Climate Regions

Hasan ER^{*1}, Yasemin KUŞLU²

¹Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 12000, Bingöl, Turkey

²Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 25240, Erzurum, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-7880-8697> ²<https://orcid.org/0000-0003-4008-1004>

*Sorumlu yazar e-posta: hasaner@bingol.edu.tr

Article Info

Received: 11.11.2019

Accepted: 19.01.2020

Online Published 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.645396

Keywords

Tie-stall type,
Beef cattle barn,
Erzurum,
Lightweight concrete,
Prefabricated barn.

Abstract: It is very important to increase the income levels of livestock enterprises and engaged in animal production in our country by producing barns with modern and economic methods. In this study, prefabricated barn types which are built as opposed to traditionally built barns of the cold regions like Erzurum was revealed. Concerning tie-stall type barn, as for the number of animals 10, 20, and 30 headstocks discussed in the study. Moreover, the tie-stall prefabricated barn project is designed by using 50 tunnel type light-weight concrete materials to illustrate an example for commercial enterprises. At the end of the study, it was determined that prefabricated lightweight concrete barns were more economical than produced traditionally classical-type barns. As the number of cattle increased, the cost of barn decreased per cattle for cold climate conditions. The cost reduction percentage for 10-head barns was determined as 38.0% and 38.9% for lightweight concrete cylindrical roof and light concrete tunnel roofed barn types, respectively. These values were calculated as 60.5% - 61.4% for 20 head barns, and 59.9% - 60.4% for the 30 head barns. Among the studied barn types, it was found that the most economically suitable barn combination was a prefabricated barn with tunnel roof and lightweight concrete.

Soğuk İklim Bölgelerine Uygun Hafif Beton ile Yapılan Prefabrik Sığır Ahırlarının Planlanması ve Tasarımı

Makale Bilgileri

Geliş: 11.11.2019

Kabul: 19.01.2020

Online Yayınlanma 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.645396

Anahtar kelimeler

Bağlı duraklı tip,
Besî sığırı ahır,
Erzurum,
Hafif beton,
Prefabrik ahır.

Öz: Ülkemizde hayvansal üretimin ve hayvancılıkla uğraşan işletmelerin gelir seviyelerinin artırılmasında, modern ve ekonomik yöntemler ile gerçekleştirilen hayvan barınaklarının inşa edilmesi çok önemlidir. Çalışmada Erzurum ve benzeri soğuk iklim koşullarına sahip bölgelerde, geleneksel üretim yöntemiyle inşa edilen besi ahırlarına seçenек olarak kullanılabilir prefabrik ahır tipleri ortaya konulmuştur. Ahır tipi olarak bağlı duraklı, hayvan sayısı olarak 10, 20 ve 30 baş araştırmaya konu edilmiştir. Ayrıca ticari işletmelere örnek olması açısından 50 başlık tünel tipi hafif beton malzeme kullanılarak üretilebilecek bağlı duraklı prefabrik bir ahır projesi de tasarlanmıştır. Çalışmanın sonunda, prefabrik hafif beton ahırların geleneksel tip klasik ahırlardan daha ekonomik olduğu tespit edilmiştir. Soğuk iklim koşulları için büyükbaş hayvan sayısı arttıkça, hayvan başına ahır maliyeti azalmıştır. Maliyet azaltma oranı, 10 baş ahırlar için hafif beton silindirik çatı ve hafif beton tünel çatılı ahır tiplerinde sırasıyla% 38,0 ve % 38,9 olarak belirlenmiştir. Bu değerler 20 baş ahır için% 60,5 -% 61,4, 30 baş ahır için% 59,9 -% 60,4 olarak hesaplanmıştır. İncelenen ahır tipleri arasında, ekonomik olarak en uygun ahır kombinasyonunun tünel çatılı ve hafif betonlu bir prefabrik ahır olduğu tespit edilmiştir.

1. Introduction

Despite the development of technology and industry in the world, livestock maintains its importance for countries. The construction of shelters with suitable environmental conditions to meet the basic food and meat needs is an infrastructure cost that has a large share in livestock enterprises. The purpose of animal shelters in livestock enterprises is to eliminate the negative impact on animals, to realize the most suitable production environment and to provide an environment suitable for the behavior of animals (Kizildag, 2012). The health status and yields of animals have a close relationship with the environmental conditions of the shelter. Therefore, the structural features of the shelters should be at an optimum level to obtain the most efficiency from the animals (Aydin et al., 2016).

The Eastern Anatolia Region of Turkey displays a structure on livestock in terms of the sectoral distribution of rural employment. The Eastern Anatolia Region has 26.8% of the total size and cattle of Turkey, and the region is noteworthy for the presence of cattle. Most of the population is engaged in livestock. 64% of the agricultural economy of Erzurum Province consists of livestock. According to Turkish Statistical Institute (TUIK) 2017 data, the number of cattle in our country was 15 943 586 heads. The number of cattle in Erzurum province is 731 828 heads. Erzurum, Turkey is the second province in the presence of cattle in the rankings. Erzurum is the third province in terms of the amount of milk obtained from cattle. Due to the geographical and climatic characteristics of the province and the large meadow pastures, the province has encouraged people living in the province to livestock. The most important problem is the low yield from animals and the animal needs of unsuitable animal shelters. Considering a new approach in terms of cost and labor force in Erzurum province, lightweight concrete prefabricated barns could be as an alternative to the traditionally constructed barns.

Lightweight concrete is defined as concrete produced with a unit weight less than 2200 kg / m³ using aggregates that are lighter than normal aggregate (TSE, 2002). Lightweight concrete produced by lightweight aggregate has superiority compared to normal concrete. These can be listed as; having lower unit weight, high sound and heat insulation properties, resistance to fire, ease of transportation and installation, less scale and less material due to shrinkage of the sections (Kocaman, 2000). Thermal expansion coefficient (α) of lightweight concrete is approximately 80% of normal concrete depending on aggregate type and quantity. In addition, lightweight concrete ranges from $8 \times 10^{-6} \sim 10 \times 10^{-6}$ (m/m°C) (Tasdemir, 2003).

Concretes with a specific weight not exceeding 1840 kg m⁻³ and a compressive strength of 28 days exceeding 17 MPa are classified as lightweight concrete. According to the standards of the countries, the specific weight of light concrete is allowed to increase up to 1900 kg / m³.

Table 1. Lightweight Concrete Grade (Tasdemir, 2003).

| Lightweight Concrete Grade | Specific weight (kg m ⁻³) | Compressive strength (MPa) |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| S1 | 800 | 1-7 |
| S2 | 800-1200 | 7-10 |
| S3 | 1000-1400 | 10-14 |
| S4 | 1300-1800 | 14-25 |
| S5 | 1500-1800 | 25-40 |
| S6 | 1800-2000 | 40-70 |

It is also possible to classify lightweight concrete as in Table 1. S1 class concrete is used to provide thermal insulation. S2 and S3 concretes are medium-strength concretes and have insulation properties. S4, S5 and S6 concretes are lightweight concrete. They are considered as carrier concrete in many countries.

Environmental conditions in the stable should be brought to appropriate levels to prevent cattle from being exposed to adverse environmental conditions and to increase production (Cook et al., 2007). To ensure adequate ventilation in the barns, if the number of animals is up to 50 head, it is stated that the barn height should be 3-3.75 m. At least one ventilation chimney must be calculated for the 100 m² barn floor area. Stall cubicle varies according to the age, type, and weight of cattle. Stall cubicle length should be 240 - 270 cm and 120 cm for large breeds. The length should be 230 cm and the width should be 110 cm for small-scale breeds (Sahanoglu and Kocak, 2014; Anonymous, 2013).

The barn floor must be covered with materials that prevent the animals from slipping. The drainage and scraper systems must be good for the manure and animal cleaning in the barn (Önes and Olgun, 1989; Akman, 2012). Feed space length for the cattle should be 65-75 cm. 45-70 cm waterer length for cattle is stated to be sufficient capacity. Waterers are usually placed in navigation areas. One waterer is sufficient for 15 cattle. (Yüksel, 1984; Sahanoglu, 2014).

It is stated that 100 Watt light source will be sufficient for 40-50 m² barn areas in areas where natural lighting is insufficient and artificial lighting is used. The appropriate temperature limit for the cattle is between -18 ° C and + 24 ° C (Yaganoglu, 1986; Kadzere et al., 2002). It is argued that the appropriate moisture level should be between 50-75% (İcöz, 1998). Heat insulation operations are applied to prevent hot or cold air from entering or leaving the barn by creating heat bridges. Generally used in thermal insulation materials; glass wool, rock wool, Expanded Polystyrene insulation foam (EPS), Extruded polystyrene insulation foam (XPS), polyurethane foam (Ceylan, 2012).

In this study, a new approach in terms of cost and workforce in Erzurum province was taken into consideration and it was decided to carry out this research to contribute to the building material and construction method of animal shelters. In the study, 10, 20 and 30 head of prefabricated tie-stall beef cattle barn plans with light concrete material were developed considering the cold climatic conditions. In this way, it was aimed to increase the income level in the agricultural enterprises which are active in rural areas and to make a contribution to preventing uncontrolled migration from rural areas to urban areas.

2. Materials and Methods

Erzurum region was chosen as the research material region. The province of Erzurum is located between 40°-15' and 42°-35' east longitudes and 40°-57' and 39°-10' north latitudes in terms of geographic location. 64% of the total agricultural land in the province is meadow-pasture land. The agricultural land is 460 252 hectares and the area of 305 636 hectares is suitable for irrigation. The total population of the province is 762021 and 417385 of them live in central districts (TUİK, 2017).

The province of Erzurum, which is located in the continental climate zone, is mostly dry and hot in summers and generally cold and snowy in winters. The temperature difference between day and night is high. The average annual temperature is 5.7 ° C. The coldest month is January with an average temperature of -9.1 ° C and the hottest month is August with 19.5 ° C. The average annual precipitation is 432.8 mm, with the highest precipitation decreasing by 73.1 mm in May and the lowest precipitation with 17.5 mm in August. 52.39% of the annual rainfall (221.5 mm) falls in the plant vegetation period, 1 May-20 October. In August, the relative humidity is determined as 47%, the lowest in December and January, with the highest values of 76%, with an average annual relative humidity of 64% (Anonymous, 2016).

Heat and moisture balance was considered in the design of the family-type beef cattle barns, design of building elements and design of ventilation systems and the principles given by Mutaf and Sönmez (1984), Balaban and Sen (1988), Bozkir (2001), Gürkan et al. (2005), Polat and Damci (2007), Uzal and Ugurlu (2008), Usta (2011) and Anonymous (2013), were taken into consideration. In the calculations, the temperature inside the barn for winter was 10°C and the relative humidity 80%. Average low temperature and relative humidity values for the coldest month of the region were taken as the external temperature and relative humidity of the Project. In the calculations regarding the ventilation and summer ventilation, the principles are given in Ekmekyapar (2001) were taken into consideration. Ventilation openings were made based on the temperature balance and it was checked whether the values provided provide the moisture balance. The average weight of the cattle in the fattening barn is 500 kg (Ekmekyapar, 2001).

Prefabricated tie-stall barns with 10, 20 and 30 head family-type and 50 head commercial types were planned by using TS 9967 (1992), TS498 (1997), TS500 (2000) and TSE (2002) related to lightweight concrete prefabricated structures. 2018 cost calculations of the cattle barns were made and compared with the classical type tie-stall cost calculation calculated using the same year data. The cost calculations of these cattle barns were realized with the prices obtained from the construction unit exposure list of the Ministry of Environment and Urbanization and the companies in the market.

Formulas used in the study;

Assuming the average weight of the cattle in the beef barn as 500 kg.

The amount of water vapor emitted by a cattle is calculated by the following equation (g/h):

$$N = A * k1 * n \tag{1}$$

In Equation;

k1 = Amount of water vapor emitted from 1 m² body surface area at 10 ° C g/m²h

n= the number of cattle in the barn.

In determining the amount of ventilation required

$$Q= A * V \tag{2}$$

Equation is used. In equation;

Q= ventilation capacity (m³/h)

A= sum of air outlet openings (m²)

V= speed of air current is (m/s), it is decided upon the equation below

$$V=1,8 * \sqrt{((H(ti-td))/(273+td))} \tag{3}$$

In equation;

H= chimney effective height (m)

ti= interior temperature of barn °C

td= barn outdoor temperature is °C

Number of ventilation chimneys;

$$n= A/a \tag{4}$$

is calculated with the equation above. In equation;

A= sum of air outlet openings (m²)

a= chimney area is (m²)

According to the Regulation on Minimum Conditions to be Adhered to within the Scope of Investment of the Agriculture and Rural Development Support Institution, the Window account is taken as 5% of the barn floor area. It has been checked whether the values calculated by equality meet this rule.

Equation 5 was used to determine the number of windows.

$$p= A/a \tag{5}$$

In equation;

A= sum of window openings (m²)

a= window area is (m²)

3. Results

The cost calculations of 10, 20 and 30 head cylindrical and tunnel roof prefabricated beef cattle barns produced with lightweight concrete suitable for Erzurum province conditions were prepared. As an example for commercial enterprises, 50 head prefabricated barn were produced from lightweight concrete.

The dimensional calculations of 10, 20, 30 and 50 head prefabricated barns with lightweight concrete are given in Table 1.

Table 2. Dimensional calculations of prefabricated barns with beef cattle

| Acceptances and calculations | 10 head | 20 head | 30 head | 50 head |
|--|---------|---------|---------|---------|
| Barn Height(m) | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Barn Width (m) | 7 | 7 | 10 | 10 |
| Barn Length(m) | 18 | 30 | 824 | 37 |
| Amount of Ventilation(kg/h) | 949.45 | 1898.86 | 2848.2 | 3915.7 |
| Total Number of Windows (piece) | 5 | 8 | 8 | 12 |
| Total window area (m ²) | 6.3 | 10.5 | 12 | 14.4 |
| Number of ventilation chimneys | 2 | 3 | 5 | 8 |
| Special partition area (m ²) | 4.7 | 4.7 | 4.7 | 11.55 |
| Feed Storage Area(m ²) | 4.7 | 4.7 | 7.7 | 11.55 |

Table 2 and Table 3 provide the calculation of the cost of the cylindrical and tunneled roofs of the prefabricated barn, which are produced with lightweight concrete, with the tie-stall. Also, the cost

calculations for the 50 head prefabricated beef cattle barn with lightweight concrete, tunnel roof, and tie-stall, which could be an example for commercial enterprises, are given in Table 4.

Table 3. Prefabricated barn with a cylindrical roof made of lightweight concrete material

| Prefabricated barn with a cylindrical roof made of lightweight concrete | | | | | | | | | |
|---|--|----------------|---------|---------|---------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| Queue | Type of work | Unit | Amount | | | Unit Cost (TL) | COST (TL) | | |
| | | | 10 Head | 20 Head | 30 Head | | 10 Head | 20 Head | 30 Head |
| 1 | Earth Excavation | m ³ | 91.2 | 148.8 | 165 | 3.58 | 326.5 | 532.7 | 590.7 |
| 2 | Stone Blockage | m ³ | 45.6 | 74.4 | 82.5 | 35.06 | 1 598.73 | 2 608.46 | 2 892.45 |
| 3 | Lean Concrete | m ³ | 15.2 | 24.8 | 27.5 | 130 | 1 976 | 3 224 | 3 575 |
| 4 | Base Concrete | m ³ | 45.6 | 74.4 | 82.5 | 145 | 6 612 | 10 788 | 11 962.5 |
| 5 | Prefabricated lightweight concrete panel account | m ³ | 57.96 | 96.6 | 89.04 | 130 | 7 534.8 | 12 558 | 11 575.2 |
| 6 | Prefabricated panel steel reinforcement | ton | 1.33 | 2.33 | 2.219 | 2 503.25 | 3 336.83 | 5 837.57 | 5 554.71 |
| 7 | Wire mesh | ton | 0.784 | 1.30 | 1.05 | 2 275.32 | 1 784.03 | 2 973.39 | 2 378.71 |
| 8 | Stirrup | ton | 0.18 | 0.32 | 0.33 | 2 552.15 | 467.76 | 818.47 | 848.84 |
| 9 | Roof cover material | m ² | 212.4 | 354 | 341.28 | 10 | 2 124 | 3 540 | 3 412.8 |
| 10 | Window | piece | 5 | 8 | 8 | 60 | 300 | 480 | 480 |
| 11 | Barn stall cubicle | piece | 10 | 20 | 30 | 220 | 2 200 | 4 400 | 6 600 |
| 12 | Cattle Pad Rubber | m ² | 21.6 | 41.4 | 64 | 50 | 1 080 | 2 070 | 3 200 |
| 13 | Ventilation fan | piece | 2 | 3 | 4 | 1 416 | 2 832 | 4 248 | 5 664 |
| 14 | Cattle waterer | piece | 10 | 20 | 30 | 35 | 350 | 700 | 1 050 |
| 15 | TOTAL | | | | | | 32 522.66 | 54 778.61 | 59 784.92 |

Table 4. Tunnel type prefabricated barn meter made with lightweight concrete material

| Barns with tunnel roofs made of lightweight concrete | | | | | | | | | |
|--|--|----------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Queue | Type of work | Unit | Amount | | | Unit Cost | COST (TL) | | |
| | | | 10 Head | 20 Head | 30 Head | | 10 Head | 20 Head | 30 Head |
| 1 | Earth Excavation | m ³ | 91.2 | 148.8 | 165 | 3.58 | 326.5 | 532.7 | 590.7 |
| 2 | Stone Blockage | m ³ | 45.6 | 74.4 | 82.5 | 35.06 | 1 598.73 | 2 608.46 | 2 892.45 |
| 3 | Lean Concrete | m ³ | 15.2 | 24.8 | 27.5 | 130 | 1 976 | 3 224 | 3 575 |
| 4 | Base Concrete | m ³ | 45.6 | 74.4 | 82.5 | 145 | 6 612 | 10 788 | 11 962.5 |
| 5 | Prefabricated lightweight concrete panel account | m ³ | 53 | 88.31 | 88.69 | 130 | 6 890 | 11 480.3 | 11 529.7 |
| 6 | Prefabricated panel steel reinforcement | ton | 1.29 | 2.26 | 2.01 | 2 503.25 | 3 238.50 | 5 667.35 | 5 042.04 |
| 7 | Wire mesh | ton | 0.76 | 1.26 | 1.01 | 2 275.32 | 1 731.51 | 2 866.90 | 2 308.54 |
| 8 | Stirrup | ton | 0.19 | 0.33 | 0.30 | 2 552.15 | 486.49 | 852.41 | 771.82 |
| 9 | Roof cover material | m ² | 212.4 | 354 | 341.28 | 10 | 2 124 | 3 540 | 3 412.8 |
| 10 | Window | piece | 5 | 8 | 8 | 60 | 300 | 480 | 480 |
| 11 | Barn stall cubicle | piece | 10 | 20 | 30 | 220 | 2 200 | 4 400 | 6 600 |
| 12 | Cattle Pad Rubber | m ² | 21.6 | 41.4 | 64 | 50 | 1 080 | 2 070 | 3 200 |
| 13 | Ventilation fan | piece | 2 | 3 | 4 | 1 416 | 2 832 | 4 248 | 5 664 |
| 14 | Cattle waterer | piece | 10 | 20 | 30 | 35 | 350 | 700 | 1 050 |
| 15 | TOTAL | | | | | | 31 745.75 | 53 458.14 | 59 079.56 |

Table 5. 50 head with tunnel roof made of lightweight concrete material prefabricated barn

| 50 headboard prefabricated stables with tunnel roof made of lightweight concrete material | | | | | |
|---|--|----------------|--------|-----------|-----------|
| Queue | Type of Work | Unit | Amount | Unit Cost | Cost (TL) |
| 1 | Earth Excavation | m ³ | 250.8 | 3.58 | 897.9 |
| 2 | Stone Blockage | m ³ | 125.4 | 35.06 | 4 396.52 |
| 3 | Lean Concrete | m ³ | 41.8 | 130 | 5 434 |
| 4 | Base Concrete | m ³ | 125.4 | 145 | 18 183 |
| 5 | Prefabricated lightweight concrete panel account | m ³ | 137.27 | 130 | 17 845.1 |
| 6 | Prefabricated panel steel reinforcement | ton | 3.082 | 2 503.25 | 7 715.01 |
| 7 | Wire mesh | ton | 1.54 | 2 275.32 | 3 522.19 |
| 8 | Stirrup | ton | 0.42 | 2 552.15 | 1 081.70 |
| 9 | Roof cover material | m ² | 526.14 | 10 | 5 261.4 |
| 10 | Window | piece | 12 | 60 | 720 |
| 11 | Barn stall cubicle | piece | 50 | 220 | 11 000 |
| 12 | Cattle Pad Rubber | m ² | 108 | 50 | 5 400 |
| 13 | Ventilation fan | piece | 6 | 1 416 | 8 496 |
| 14 | Cattle waterer | piece | 50 | 35 | 1 750 |
| 15 | TOTAL | | | | 91 702.84 |

For example, the floor plan and front view of 10-headed prefabricated barn with lightweight concrete is shown in Figures 1 and 2.

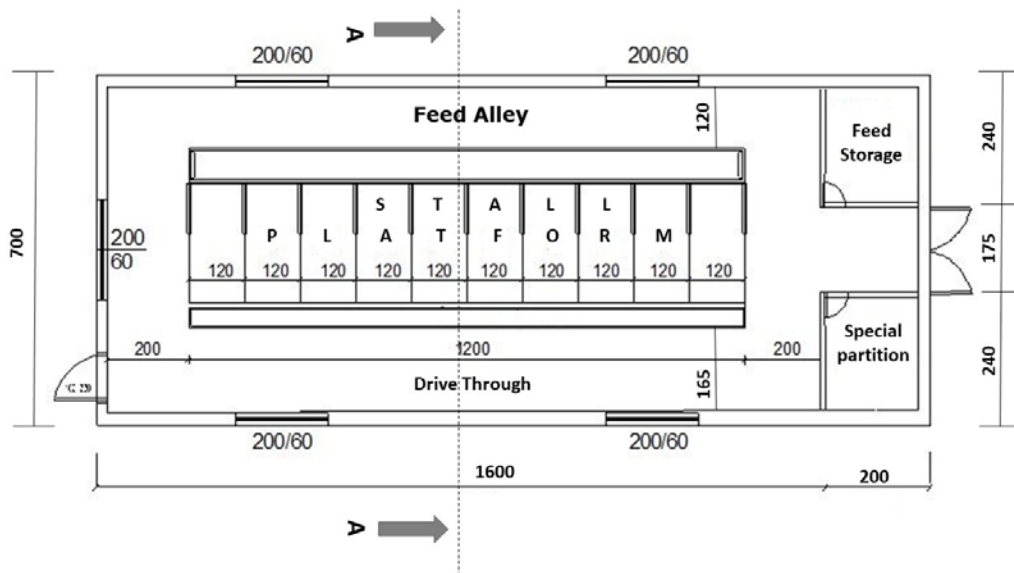


Figure 1. The floor plan of 10-headed prefabricated barn with lightweight concrete

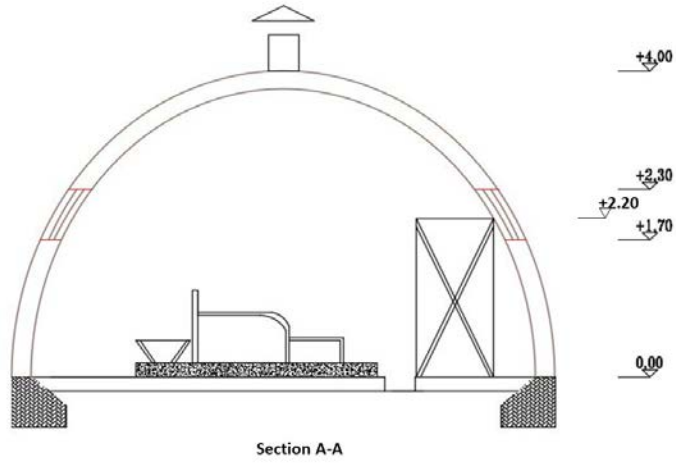


Figure 2. the sectional view of 10-headed prefabricated barn with lightweight concrete

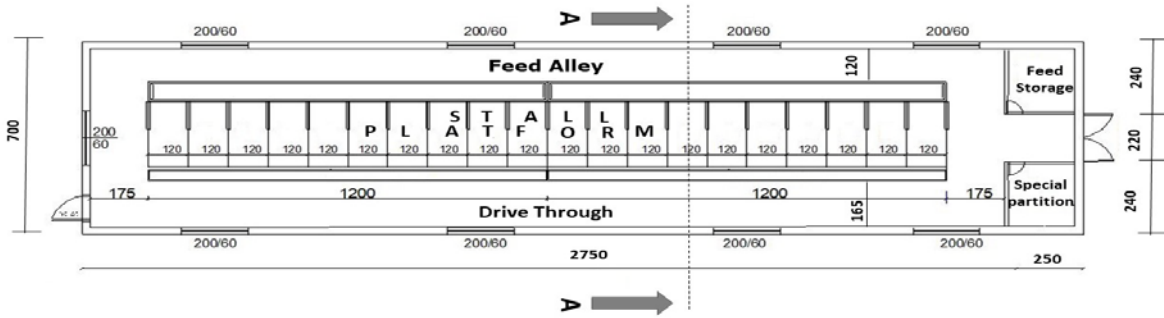


Figure 3. The floor plan of 20-headed prefabricated barn with lightweight concrete

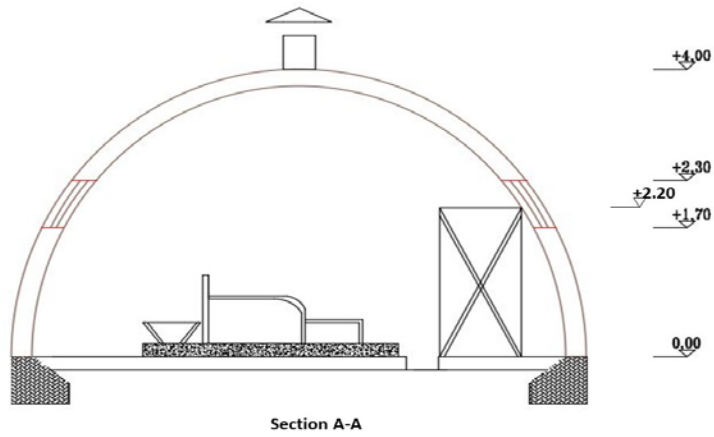


Figure 4. the sectional view of 20-headed prefabricated barn with lightweight concrete

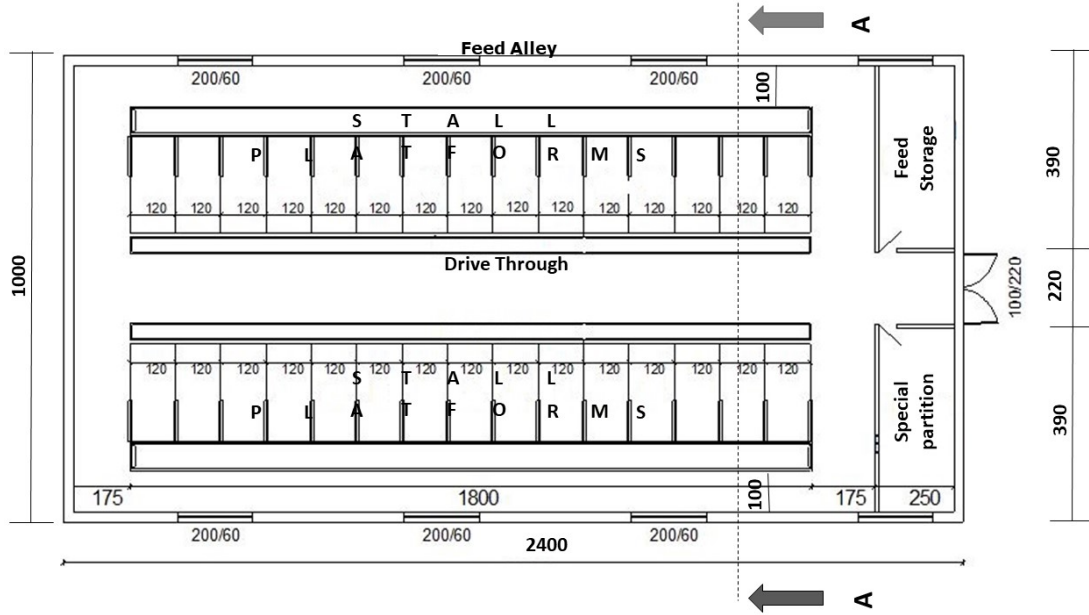


Figure 5. The floor plan of 30-headed prefabricated barn with lightweight concrete

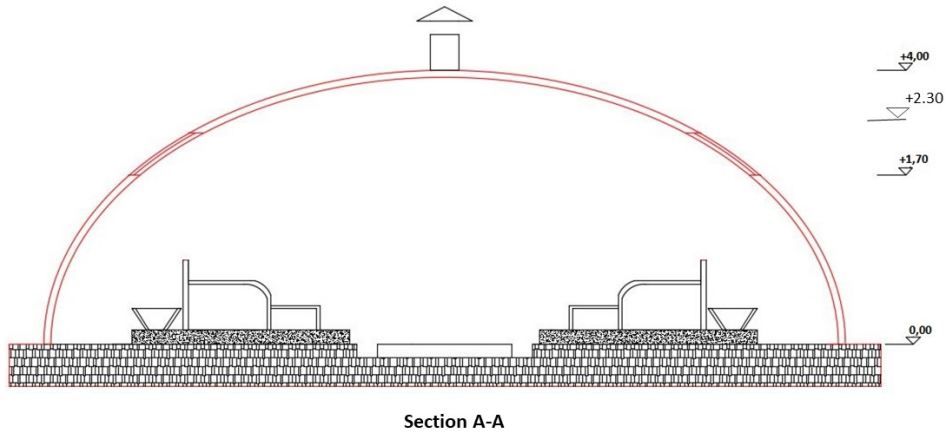


Figure 6. the sectional view of 20-headed prefabricated barn with lightweight concrete

Prefabricated barns are more economical in terms of 10 tie-stall beef cattle barn done with traditional methods as a result of comparing the cost per cattle with the cost of the prefabricated barn with the same characteristics. Cost reduction percentage was determined as 38.0% and 38.9% for lightweight concrete cylindrical roof and light concrete tunnel roofed barn types, respectively. Similarly; The cost of prefabricated barns per animal for beef cattle barn with 20 head was found to be lower than those built by the traditional method. The cost reduction percentage was 60.5% and 61.4% for lightweight concrete cylindrical roof and light concrete tunnel roofed barn types, respectively. The cost-reduction percentage values listed above were determined as 59.9% and 60.4% for the 30-headed cattle barn. Taking these values into account, the most cost-effective barn type for prefabricated beef cattle barn with per unit animal; it is observed that there is a barn with a tunnel roof made of lightweight concrete material.

Much of the work and research on lightweight concrete involves the elimination of negativity resulting from the high cost of fixed loads in traditionally produced structures. Low transportation costs due to the weight of concrete open the door to new economies related to lightweight concrete. As a result of the calculations and investigations carried out in this research, it has been observed that among the prefabricated cattle barn, the most suitable ones are those produced by lightweight concrete. Sabır (2016) emphasized that lightweight concrete is effective in reducing the carrier element dimensions compared to normal concrete, its strength is sufficient and it is a low-cost material. According to the information provided by the American Concrete Institute (ACI) (2003), the transportation costs of lightweight concrete are reported to be seven times less than in normal concrete. He emphasized that the transportation costs of prefabricated elements made of lightweight concrete, especially in small sizes, are the most economical.

4. Discussion and Conclusion

The planning of more economical structures with various materials should be considered by applying modern techniques to old type barns that cause diseases and cause a decrease in productivity.

In this study, cost calculations were made by making prefabricated barns with cylindrical and tunnel roofs produced with 10, 20 and 30 head lightweight concrete. Additionally, the cost of the classic barn was calculated and a comparison made. As a result of the cost calculations; Barns made of lightweight concrete are more economical than traditional type barns. This is because the unit price of lightweight concrete is low.

At the end of the study; Among the types of prefabricated barns, it was determined that the type of light concrete tunnel roofed barn was the most economical production. However, it can be said that prefabricated barn types are economically more suitable than traditional barn types under all conditions.

The use of prefabricated building elements in barn production is very important in areas with adverse climate conditions such as Erzurum, where the construction period is short in terms of shortening of construction times because it is produced in factories. When it is considered for the earthquake, complying with the production rules and making the installation with care, the strength and durability of the prefabricated structures must be sufficient. It is appropriate to use the lightweight concrete in the carrier and non-bearing structural elements due to the strengthening of the thermal insulation properties of the hollow structure and its strength.

Acknowledgment

This research was produced from the project supported by Atatürk University with code number FYL-2018-6565.

References

- ACI Committee 213, (2003). *Lightweight Concrete*. 213R-03: Guide for Structural Lightweight-Aggregate Concrete, pp.38.
- Akman, N., (2012). Barınaklar. <http://docplayer.biz.tr/9503138-Barinaklar-barinaklar-bolumu-a-u-ziraat-fakultesi%20zootekni-bolumu-ogretim-uyesi-prof-dr-numan-akman> tarafından %20 hazirlanmistir. Html: erişim tarihi:16.02.201711:25.
- Anonymous, (2013). Hayvancılıkta ahır planlaması. <http://samsun.tarim.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Lifletlerimiz/h-12.pdf> erişim tarihi: 09/04/2017 00:18.
- Anonymous, (2016). İllere ait mevsim normalleri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ERZURUM> erişim tarihi: 08/08/2017 12:02.
- Aydın, R., Güler, O., Yanar, M., Diler, A., Koçyiğit, R., & Avcı, M. (2016). Socio-Economic structures of cattle enterprises in hınıs district of erzurum province, *KSU J. Nat. Sci.*, 19(1), 37-42, Research Article, Erzurum.
- Balaban, A., & Şen, E., (1988). *Tarımsal Yapılar*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

- Bozkır, M., (2001). *Hafif prefabrike sistemlerle afet sonrası acil konut üretiminde malzeme seçimi ve yapı fiziği sorunları*. Mimar Sinan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Ceylan, N., (2012). *Türkiye’de konut dış duvar sistemlerinde gerçekleştirilen ısı yalıtımı uygulamalarının üretim ve yapım süreçlerinin çevresel değerlendirmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Cook, N. B., Mentink, R. L., Bennett, T. B. & Burgi, K. (2007). The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90, 1674-1682.
- Ekmekyapar, T., (2001). *Hayvan Barınaklarında Çevre Koşullarının Düzenlenmesi*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Gürkan, A. K., Gürdil, K., Selvi, Ç., Lüle, F., & Yeşiloğlu, E., (2005). Developing a software for determination of natural ventilation rate in animal houses, *J. of Fac. of Agric., OMU*, 20(1), 30-36.
- Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N. & Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science* 77, 59-91.
- Kocaman, B., (2000). *Doğu anadolu bölgesi’ndeki doğal hafif ve normal agregalarla üretilen betonların fiziksel, mekanik ve ısı iletkenlik özelliklerin belirlenmesi ile tarımsal yapılarda kullanılma olanakları üzerine bir araştırma*. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı Doktora Tezi, Erzurum.
- Mutaf, S., & Sönmez, R., (1984). *Hayvan Barınaklarında İklimsel ve Çevre Denetimi*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 438,258s. İzmir.
- Öneş, A., & Olgun M., (1989). *Tarımsal Yapılarda Planlama ve Projelendirme Kriterleri*. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yayınları. Sayı: 104, Ankara.
- Polat, G., & Damcı, A., (2007). Türk inşaat sektöründe prefabrik betonarme yapı elemanlarının kullanımını etkileyen faktörler. <http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/1556.pdf> (erişim tarihi: 18/05/2017 17:28).
- Sabır, S. Q., (2016). Light weight concrete. <http://keu92.org/uploads/Search%20engineering/Light%20weight%20concrete.pdf> (erişim tarihi:05/07/2017 08:03).
- Şahanoğlu, E., & Koçak, S., (2014). Evaluation of animal welfare conditions in terms of barns and husbandry practices in dairy cattle enterprises of Afyonkarahisar province. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Dergisi*, 54, (2), 47-55.
- Taşdemir, C., (2003). *Hafif Betonların Isı Yalıtım ve Taşıyıcılık Özellikleri*. Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı; 427-2003/5
- TSE, (2002). *Beton-Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk*, TS EN 206-1, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2017). Bölgesel göstergeler, Ankara.
- Usta, S., (2011). Free stall dairy cattle farms architectural layout plan principles and suggestions for the nature of manufacturer type residential development plans. *SDU Journal of Technical Sciences*, 1, (2) 29-42.
- Uzal S., & Uğurlu N., (2008). The effect of climatic condition on area preference of animals in dairy cattle houses. *J. Int. Environmental Application & Science*, 3 (4), 224-233.
- Yağanoğlu, A. V., (1986). Hayvan barınaklarında çevre koşullarının düzenlenmesi. *Dergi Park Akademik Ziraat Dergisi*, 17, (1-4), 121-129.
- Yüksel, A. N., (1984). *Tarımsal Yapılar Ders Notları*. Trakya Üni Zir. Fak. Yay. Edirne.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

**Analysis of the Nexus in Agricultural Insurance Welfare and Climate Change
Adaptation Decision: Evidence from Nigeria**

Theophilus Miebi GBİGBİ*¹, Ifeanyi IKECHUKWUKA²

^{1,2}Department of Agricultural Economics and Extension, Delta State University Asaba Campus, PMB 95074,
Asaba, NIGERIA

¹<https://orcid.org/0000-0002-1335-7231> ²<https://orcid.org/0000-0002-5603-6585>

*Corresponding author's email: gbigbitheophilusmiebi@yahoo.com

Article Info

Received: 04.08.2019
Accepted: 12.02.2020
Online Published 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.601294

Keywords

Adaptation decision,
Arable crop farmer,
Climate change,
Insurance welfare.

Abstract: Despite the global emphasis on climate change financing, there is limited information on the status of insurance welfare on climate change adaptation decision in Nigeria. This study therefore, examined the nexus in agricultural insurance welfare and climate change adaptation decision in Edo State, Nigeria. A cluster sampling technique was used. Raw data were collected using questionnaire distributed to 192 farmers. Descriptive and inferential statistics were the analytical tools used for the study. The mean age was 43 years. About 62% were males. Majority (82.3%) of the respondents were married with an average family size of 7 members. Their average farming experience was 14 years. The respondents were educated with a mean farm size of 1.52 hectares. About 77% of the respondents do not belong to cooperative society. Most, (65.6%) of the agrarians did not have access to credit. The average annual income earned by farmers was ₦274 724 00. Findings showed that 76.0% of the growers had little access to agricultural insurance welfare. The outcome of the binary probit model indicated that educational level, years of farming, farm size, cooperative membership, land ownership status, access to credit and income level influence agricultural insurance welfare for climate change adaptation decision, while education, household size, access to credit, membership of cooperative, income and extension contact contributed to adaptation decision. It is recommended that Government should make provision for insurance welfare package for farmers for greater productivity.

**Tarım Sigortaları Refahı ve İklim Değişikliğine Uyum Kararında Nexus Analizi:
Nijerya Örneği**

Makale Bilgileri

Geliş: 04.08.2019
Kabul: 12.02.2020
Online Yayınlanma 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.601294

Anahtar kelimeler

Adaptasyon kararı,
Ekilebilir ürün çiftçisi,
İklim değişikliği,
Sigorta refahı.

Öz: İklim değişikliğinin finansmanına küresel vurgu yapılmasına rağmen, Nijerya'da iklim değişikliğine uyum kararında sigorta refahının durumu hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Bu nedenle, bu çalışma Nijerya'nın Edo Eyaleti'nde tarım sigortası refahı ve iklim değişikliğine uyum kararındaki bağlantıyı incelemiştir. Bir küme örnekleme tekniği kullanılmıştır. Ham veriler 192 çiftçiye dağıtılan anket kullanılarak toplanmıştır. Tanımlayıcı ve çıkarımsal istatistikler çalışma için kullanılan analitik araçlardır. Yaş ortalaması 43 bulunmuştur. Yaklaşık% 62'si erkektir. Ankete katılanların çoğunluğu (% 82.3) evli olup, ortalama 7 kişilik bir aile boyutuna sahiptir. Ortalama tarım deneyimleri 14 yıl bulunmuştur. Katılımcılar ortalama 1.52 hektarlık bir çiftlikle eğitildiler. Ankete katılanların yaklaşık% 77'si kooperatif toplumuna ait bulunmamaktadır. Tarım işletmelerinin çoğunun (% 65.6) krediye erişimi bulunmamaktadır. Çiftçiler tarafından kazanılan yıllık ortalama gelir 274 724 00 ₺ olarak saptanmıştır.

Bulgular, yetiştiricilerin % 76.0'ının tarım sigortası refahına çok az erişimi olduğunu göstermiştir. İkili probit modelinin çıktıları, eğitim seviyesi, çiftçilik yılları, çiftlik büyüklüğü, kooperatif üyeliği, arazi mülkiyeti durumu, krediye erişim ve gelir düzeyinin iklim değişikliğine uyum kararında tarım sigortası refahını etkilediğini gösterirken, eğitim, hane halkı büyüklüğü, krediye erişim, kooperatif üyeliği, gelir ve yayım irtibatı uyum kararına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Devletin daha fazla üretkenlik için çiftçilere sigorta refah paketi sağlaması önerilmektedir.

1. Introduction

Climate change, a worldwide environmental problem is negatively affecting sustainable development across the globe (de Amorim et al., 2018). It is a progressive increment in temperature, rainfall, sea level and in recurrence, magnitude and extent of severe climatic happenings like drought, flood, cyclone and storm surge (Davis et al., 2017; Mark and Bastidas-Arteaga, 2019,). The high level of sensitivity and poor improvising measure have been tied to tremendous dependence on natural resources, low per capita GDP and extreme poverty, little capacity to adjust financially and institutionally, and a lack of insurance (Shilalo, 2016). The susceptibility of African farmers to the consequences of change in the climate is expected to be worst in Nigeria (Ahmed et al., 2016), with low funding to agricultural investigation (Feola et al., 2015). The threats of dynamism of climate in Nigeria affect the entire agricultural sub-sector (livestock, crop production, agroforestry, agricultural products processing) (Gwambene et al., 2019).

Globally, various countries are devising means to managing the danger caused by or worsened by climate change. Insurance services are majorly utilized as medium to curtail this risk by individuals and organizations across most developed nations. The use of insurance is gaining momentum in emerging countries, particularly in emerging economies, although researchers are skeptical about the potency of insurance in helping developing countries reduce the uncertainty of intense events, which have such disastrous crash on national economies, citizen's livelihood and development. This paper considers the risk sharing and transmission know how of insurance as a way of addressing loss and damage in developing countries particularly those vulnerable to climate change.

Several proposition for insurance instruments have been presented and discussed in the climate intervention process. Recently, the Swiss Government strengthened previous requests by introducing a multi-lateral adaptation fund that will be expended on prohibition and insurance. Therefore a good management that provides incentives for risk control will encourage more farmers to acquire the climate change adaptation measures beyond their reach. Insurance agencies can provide pecuniary reparations for the risk victims to recuperate quickly from the disaster shocks. It is imperative for rural household to adapt and adjust their mean of securing the necessities of life due to the threat of current and expected climate variability. Elum et al. (2017) noted that the extent to which the negative consequences of climate change are experienced are largely influenced by the proportion of adjustment in response to climate change, which when absent, the consequences would be damaging to the agricultural sector, but with adaptation, exposure can be significantly reduced. For significant adjustment and mitigation, it is important for people to be aware and obtain necessary information on ways to addressing the challenge. Accessibility to information by rural households will increase their awareness and adjustment capacity. Information, the building block of knowledge is required for development (Weichselgartner and Pigeon, 2015).

The adaptation action that households undergo in responding to climate change hinge on the level of awareness and utilization of insurance welfare which will in turn improve the source of income of the farmers directly and indirectly. In doing that, decision making could help to manage risk resulting from various climatic sources for better investments towards using the most promising climate adaptation measures, thus achieving the best return for each naira spent. Individual farmers decision to adapt to change in climate is determined by climatic forces enclosed within the farm household and outer forces that impinge on the agricultural systems at large (Rajbhandari, 2015). Farmers because of the climatic and agricultural threats are faced with taking analytical decisions about farming, financial security and well-being that has long-term consequences.

Climate change adaptation approaches according to Altieri and Nicholls (2017) are those techniques that the people used to cope with the various consequences climatic variation. Mase et al. (2017) describe adaptation behaviors as those behaviors that minimize the susceptibility of human and natural systems against predicted climate change effects. In agriculture, adaptation contributes to farmers achieving food, income and livelihood security goals with changing climatic and socio-economic conditions (Thornton et al., 2018). The climate change adaptation methods commonly used include; intensification of irrigation, crop diversification, multiple/intercropping, agro-forestry/afforestation, mulching, utilization of improved crop and livestock varieties that are suitable to drier conditions, increased seed rate, crop diversification, crop rotation, tree planting, mixed farming systems and alteration of planting dates.

Adaptation activities are considered more expensive to fund and need financial grant to set out, which among the climate financing instrument is hardly taken (Henstra, 2016). However, some of the reported challenges and factors affecting climate change adaptation include, access to weather information, cooperative societies, credit facilities, extension services, education, processing and storage facilities, age, sex, farm size, labour availability and poverty (Otum et al., 2019). Reports have exposed that currently, developed countries are more committed to global warming mitigation than adaptation. However, a complete climate finance program demands new instruments throughout the life of a project to ensure that threats are minimized and open plausible investment opportunities that guarantees project development, institutional and technical capacity, green/climate bonds and investment risk insurance (Adepelu, 2018). The domestic financial sector including development finance institutions, private banks, microcredit institutions and insurers are pivotal in developing permissive climate finance framework for Nigeria.

The primary aim of agricultural insurance is to protect against economic fall from decrease in predicted yields from agricultural products. Insurance has a wide coverage which includes farmers that involved in crops, livestock, fisheries and forestry products production in commercial and other insurance package. Policies, namely personal accident, fire, vehicles, machinery and public liability covers that can safeguard the farmers for greater productivity are essential for complete agricultural insurance program (Agbam, 2015). Agricultural insurance policies safeguard the farmer against unpredicted circumstances by way of indemnification.

Agricultural insurance can assist in obtaining credit, because it boosts the financial strength of farmers and other agents in the agricultural sector. To the degree that fiscal safety net for severe events plays a unique role in minimizing the effects of climate change. Market-base for insurance fees can communicate the inherent threat and assist farmers and governments better obtain and manage the fiscal consequences of natural disasters. Farmers can also obtain incentive to adjust to change in climate by actively engaging in agricultural insurance (example, by shifting from crops that are unviable in the medium term as a result of climate change). However, any fee reduction program that falsifies the risk-based premiums may communicate a wrong monetary incentives to farmers and hinder, or at least cause lag in the adaptation strategies. There are various ways in which insurance welfare scheme can assist in downsizing the consequences of climate change. Awareness of insurance welfare plays significant role by way of absorbing the shocks of climate change and encourage adaptation decision.

Previous studies exist that have shown the significance of climate change on adaptation. Essandoh-Yeddu (2018) studies in south west region of Nigeria asserted that climate change result to severe reductions in farm harvest and income, streams/rivers drying up, loss of grassland /flora and devastation of wildlife ecosystem. Limited studies exist for farm level adaptation systems in the rainforest zones of Africa. Otum et al., (2019) in their review work addressed the limitations of agricultural adaptation to climate change in Nigeria thus creating a gap for further empirical methodology to the study of this issue. Onyenekwe, (2018) studied climate change adaptation techniques by wetland farmers in the Niger Delta but did not covered insurance welfare as an issue. Ajala (2017) emphasized that most of the work on climate modelling concentrated on increasing an understanding of atmospheric changes and does not take cognizance of the type of constraints faced by farmers and no data was obtained to guide agricultural decision makers.

Coster and Adeoti (2015) studied mitigation strategies to impact of climate change in Nigeria and reported that age, monthly income; educational level and extension contacts influence climate change mitigation. Similarly, Ali and Erenstein (2017) conducted a study in Ghana and stressed that it is rather simple for rich farmers to adapt and manage changes in climatic variations than the poor who

make up majority of farmers in Nigeria. Ndem and Osondu (2018) studied risk sources and management strategies adopted by cassava farmers in Nigeria with no reference to insurance welfare awareness. These have left some void in research to be filled especially in the aspect of carrying out a more comprehensive study on insurance welfare awareness that will motivate adaptation decision of the farmers. Zougmore et al. (2016) discussed effect of climatic variation and adaptation schemes on pastoralists, fishery and crop production in West Africa, but the study only reviewed literatures thus creating a gap for further pragmatic approaches to the study of this subject.

It should be well-known that insurance welfare are known to improve farmers livelihood; however, the details of these improvements, the level and speed of such changes are yet to be documented, hence the synergy between agricultural insurance welfare and climate change adaptation decision are not clearly stated and supported by empirical studies from Nigeria. There is, therefore, a need to improve on such findings in a more quantitative manner especially with regards to the link between agricultural insurance welfare and climate change adaptation decision for evidence based policy making.

The intention of this investigation was to present some empirical evidence of the link between agricultural insurance welfare and climate change adaptation decision in Edo State, Nigeria.

The specific goals are to :

- i. ascertain the socio-economic characteristics of crop farmers
- ii. describe the level of awareness of climate change among farmers
- iii. ascertain farmers level of access to agricultural insurance welfare.
- iv. determine the effect of agricultural insurance welfare on climate change adaptation decision
- v. estimate factors influencing farmers climate change adaptation decision
- vi. identify adaptation measures that can help farmers reduce climate change effects
- vii. identify the major constraints militating against farming household in climate change adaptation decision making

Research Hypothesis

H₀: There is no significant relationship between insurance welfare scheme and climate change adaptation decision among farmers

H₁: There is significant relationship between insurance welfare scheme and climate change adaptation decision among farmers

2. Materials and Methods

2.1. Area of study

The study was carried out in Edo State, Nigeria. It is situated in Latitude: 5.44°N and 7.34°N of the Greenwich and Longitude: 5.4°E and 6.43°E covering about a total land area of 19,794km² with 3,218,332 people (National Population Commission, 2006). The State has a tropical climate ranging from humid to sub-humid at different times in the year. Three distinct vegetation's (mangrove forest, fresh swamp and savannah vegetation) exist in the State. The average annual rainfall ranges between 127-152 cm and 252-254 cm in the State respectively, with normal temperature of 24°C - 33°C. Farming (predominantly small farm holders) is the major occupation, followed by trading, arts and crafts, brewing, cottage industry, and rubber processing and trading in the state.

2.2. Sampling technique and data collection

Multistage procedures were applied in the selection of the farmers for the investigation with the aid of questionnaire. The first stage was the purposive inclusion of the three agro-ecological zones of the State, namely, Edo South, Edo Central and Edo North to give have-wide coverage. Edo South zone is made up of seven Local Government Areas (LGAs), Edo Central has five LGAs and Edo North has six. This resulted to eighteen (18) LGAs. Secondly, eight, three and five communities were carefully chosen from Edo South, Edo Central and Edo North agro-ecological zones proportionally based on number of LGAs. Thirdly, the sample size of this study 192 was selected from 370 arable crop farmers who were registered with insurance companies using Taro Yamane sampling method as demonstrated below:

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2} \tag{1}$$

Where,

n=sample size

N=population of the study

e=error estimated at 5%

$$n = \frac{370}{1+370(0.05)^2}$$

$$n = \frac{370}{1+370(0.0025)^2}$$

$$n = \frac{370}{1+0.925}$$

$$n = \frac{370}{1.925}$$

n=192 approximately

2.3. Method of data analysis

Data collected were analyzed with descriptive and inferential statistics. Objectives (i), (iii), (vi) and (vii) were achieved with descriptive statistics such as frequency, percentage, chart, line graphs, mean and standard deviation. Objective ii was achieved using 3-point Likert rating scale. Objectives iv and v were achieved using binary probit model.

2.4. Model Specification

i. Probit model for insurance welfare determinants

Since access to agricultural insurance welfare was obtained from a discrete choice question with Yes = (1) if insurance welfare is accessible or No = (0) if insurance welfare is inaccessible, binary probit model was engaged to achieve objective (4) determinants of access to insurance welfare in the study area.

The general form of the binary probit model is specified as:

$$\Pr(Y=1/X)=\beta_0+\beta_1age+\beta_2gender+\beta_3education+\beta_4householdsize+\beta_5fexperience+\beta_6farmsize+\beta_7farmearnin\text{g} + \beta_8\text{cooperative membership} + \beta_9\text{income} + \beta_{10}\text{landownership status} + e \tag{1}$$

Where:

Y = dichotomous probability estimate with 1, if farmers have access to insurance welfare and 0 if otherwise

β_0 = intercept

$\beta_1, \dots, \beta_{10}$ = coefficients of the independent variables

X_1, \dots, X_{10} = determinants of access to insurance welfare

e = stochastic error term.

X_1 = age of farmer (years)

X_2 = gender (dummy: male = 1, otherwise = 0)

X_3 = educational level (years)

X_4 = household size (number of persons)

X_5 = years of farming

X_6 = area of farm (hectare)

X_7 = access to credit (dummy: access to credit = 1, otherwise = 0)

X_8 = cooperative membership (dummy: membership of cooperative = 1, otherwise = 0)

X_9 = income level (₦)

X_{10} = land ownership status (rent = 1, partner =2, self-owned = 3)

ii. Probit model for adaptation decision determinants

Since household decision to adapt to climate was obtained from a discrete question with Yes = (1) if household decision to adjust to climatic changes is positive or 0 if otherwise, binary probit model was employed to achieve objective (5) estimate factors influencing climate change adaptation decision in the study area.

The explicit form of the binary probit model is specified as:

$$\Pr(Y=1/X)=\beta_0+\beta_1\text{age}+\beta_2\text{gender}+\beta_3\text{education}+\beta_4\text{householdsize}+\beta_5\text{fexperience}+\beta_6\text{farmsize}+\beta_7\text{income} + \beta_8 \text{ credit access} + \beta_9 \text{ extension contact} + \beta_{10} \text{ cooperative membership} +e \text{ ----- (2)}$$

Where:

Y = dichotomous probability estimate with 1, if a farmer decide to adapt to climate change and 0 if otherwise

β_0 = intercept

$\beta_1, \dots, \beta_{10}$ = coefficients of the independent variables

X_1, \dots, X_{10} = determinants of climate change adaptation decision making

e = stochastic error term.

X_1 = age of farmer (years)

X_2 = gender (dummy: male = 1, otherwise = 0)

X_3 = educational level (years)

X_4 = household size (number of persons)

X_5 = farming experience (years)

X_6 = farm size (hectare)

X_7 = income level (₦)

X_8 = access to credit (dummy: access to credit = 1, otherwise = 0)

X_9 = extension contact (number)

X_{10} = cooperative membership (dummy: membership of cooperative = 1, otherwise = 0)

3. Results

3.1. Socioeconomic Profile of Farmers

Table 1 presents the socioeconomic attributes of the respondents in the study area. The age distribution of the farmers showed that majority (42.7%) of them fell within 31- 40 years age bracket. This was followed by 40.6% representing farmers between 41-50 years age brackets. 14.6% of them fell within 51-60 years age bracket. Only 1% of the respondents were between 21-30 years and above 60 years respectively. The average age of the farmer computed was 43years. This is productive and active age. Farmers in this age category could be highly innovative and adoptive. They can take appropriate measures that mitigate the negative impact of climate change. This means that use of adaptation measures increase with age. This is in agreement with the findings of Mase et al (2017) who opined that age which goes with wisdom can positively influence the decision to use adaptation measures. Genders of household revealed that majority (62%) of them were male while the remaining 39 % were female. This indicated that majority farmers were male. High proportions (82.3 %) of them were married, 12.5 % of the respondents were single and about 3.6 % and 1.6 % were widowed and divorced respectively. Majority (48 %) had family size of 1-5 persons, followed by 32 % of them who had family size of 6-10 persons while 13% and 2% had 16-20 persons and about 2.1 % had household size of 21 and above. The mean family size was 7 persons. The result disclosed that 8.3% of the sampled farmers had no formal education, while the remaining 91.7% were schooled at varying degrees. Out of this 91.7% that had formal education, about 32.3% of them attended primary school, 49% attended secondary school while 10.4 % had higher education. Years spent on farming indicate that 53% of them had 1 to 10 years' experience. This was closely followed by 26% of the respondents who had between 11 to 20 years of farming experience. Moreover, 12% of them had farming experience of 21 to 30 years while 5% and 4 % of them had 31 to 40 years' experience and above 40 years farming experience respectively. The average year of farming experience was 14 years (Table 1). The result showed that 89.6 % of them cultivated farm size between 1.1 to 2.0 hectare(s) of land, followed by 7.3 % of farmers that cultivated farm size of 1ha and below. Only about 3.1 % of them cultivated farm size of 2.1 to 3.0 hectares. The average cultivated farm size was 1.52 hectares. Approximately 59% of farmers as found out in this study had an annual income level of less than ₦100 000. This was followed by 15.6 % of them that earned between ₦100 000 to ₦200 000 as well as another group (15.6 %) earning above ₦400 000 per annum respectively. Moreover, 5 % of the farmers had income level between ₦ 201,000 to ₦300 000 annually and about 4 % of farmers had annual income level between ₦ 301,000 to ₦400 000. The mean per annum income level was ₦274 724. The result on Cooperative society status showed that 77 % of them

do not belong to any cooperative society. Only 23 % of them actually belong to cooperative societies. Majority (66%) of them have no access to credit and only 34 % of them had access to credit.

Table 1. Socio-Economic Characteristics of Respondents (Field data, 2018).

| Variables | Frequency | %age (%) | Mean |
|----------------------|-----------|----------|---------------------|
| Age(years) | | | |
| 21-30 | 2 | 1.0 | |
| 31-40 | 82 | 42.7 | 43years |
| 41-50 | 78 | 40.6 | |
| 51-60 | 28 | 14.6 | |
| Above 60 | 2 | 1.0 | |
| Total | 192 | 100.0 | |
| Gender | | | |
| Female | 74 | 38.5 | |
| Male | 118 | 61.5 | |
| Total | 192 | 100.0 | |
| Marital status | | | |
| Married | 158 | 82.3 | |
| Singled | 24 | 12.5 | |
| Divorced | 3 | 1.6 | |
| Widowed | 7 | 3.6 | |
| Total | 192 | 100.0 | |
| Household size | | | |
| 1-5 | 92 | 47.9 | |
| 6-10 | 62 | 32.3 | |
| 11-15 | 24 | 12.5 | 7 persons |
| 16-20 | 10 | 5.2 | |
| 21 and Above | 4 | 2.1 | |
| Total | 192 | 100.0 | |
| Level of Education | | | |
| No formal Education | 16 | 8.3 | |
| Primary School Edu | 62 | 32.3 | |
| Secondary school Edu | 94 | 49.0 | Secondary education |
| Tertiary Institution | 20 | 10.4 | |
| Total | 192 | 100.0 | |
| Experience | | | |
| 1-10 | 102 | 53.1 | |
| 11-20 | 50 | 26.0 | |
| 21-30 | 22 | 11.5 | 14 years |
| 31-40 | 10 | 5.2 | |
| Above 40 | 8 | 4.2 | |
| Total | 192 | 100.0 | |
| Farm | | | |
| Size Cultivated (ha) | | | |
| 1ha and below | 14 | 7.3 | |
| 1.1-2.0 | 172 | 89.6 | |
| 2.1-3.0 | 6 | 3.1 | 1.52 ha |
| Total | | 100.0 | |
| Income Level (₦) | | | |
| < 100,000 | 114 | 59.4 | |
| 100,000 -200,000 | 30 | 15.6 | |
| 201,000 - 300,000 | 10 | 5.2 | |
| 301,000 - 400,000 | 8 | 4.2 | 274,724 |
| >400,000 | 30 | 15.6 | |
| Total | 192 | 100.0 | |
| Cooperative Society | | | |
| No | 148 | 77.1 | |
| Yes | 44 | 22.9 | |
| Total | 192 | 100.0 | |
| Access to Credit | | | |
| No | 126 | 65.6 | |
| Yes | 66 | 34.4 | |
| Total | 192 | 100.0 | |

3.2. Level of climate change awareness by the respondents

Farmer's adjustment to climatic variation is subject to awareness of the threats of occurrence. Table 2 introduced some indices of levels of consciousness of climate change among farmers in Edo State Nigeria. Two (2) (Unpredictable rainfall patterns (2.02) and increased flooding /erosion menace (2.13) out of Six (6) identified indicators of climate change showed an increased level of awareness on

a 3- point rating scale. The result further showed that the remaining four (4) indicators had average values that ranged between 1.79- 1.93 indicating farmers poor awareness. These indicators include rise in temperature (1.79), progressive disappearance of the usual harmattan periods (1.93), shortened duration season (1.80) and increased post-harvest deterioration of crop (1.84).

Table 2. Mean Awareness of Climate Change Occurrence on Farming activities (Field data, 2018).

| S/N | Indicators of Climate change (awareness level) | X | SD |
|-----|--|-----------|---------|
| 1 | Unpredictable rainfall patterns | 2.0208 ** | 0.78108 |
| 2 | Rise in temperature | 1.7917 * | 0.73866 |
| 3 | Progressive disappearance of the usual harmattan periods | 1.9271 * | 0.83659 |
| 4 | Increase Flooding / Erosion menace | 2.1250 ** | 0.83659 |
| 5 | Shortened duration of growing season | 1.8021 * | 0.78967 |
| 6 | Increased post-harvest deterioration of crops | 1.8438 * | 0.85012 |

High Awareness **, Low Awareness *

3.3. Level of Access of Agricultural Insurance welfare

Table 3 showed the percentage distribution of accessibility to agricultural insurance welfare by the respondents. From the result, majority (76.0 %) of them had low level of access of agricultural insurance welfare, followed by 17.7% farmers with moderate level of access of agricultural Insurance welfare. Only about 6.3% of them had high access to agricultural insurance welfare.

Table 3. Level of Access to Agricultural Insurance welfare (Field data, 2018).

| Variables | Frequency | %age (%) |
|-----------------|-----------|----------|
| Low Access | 146 | 76.0 |
| Moderate Access | 34 | 17.7 |
| High Access | 12 | 6.3 |
| Total | 192 | 100 |

3.4. Socioeconomic determinants of access to insurance welfare on climate change adaptation decision

The result of the binary probit model in Table 4 revealed that the coefficients of gender negatively influence access to insurance welfare while educational level, farming experience, farm size, cooperative membership , access to credit , income level and land ownership status positively influence farmers access to insurance welfare at 1% and 5% probability level.

Table 4. Socioeconomic Determinants of Farmer`s Access to Insurance Welfare on Climate change Adaptation decision (Field data, 2018).

| Variables | Coefficient (β) | Std. Error | Z-score | Marginal Effects (dy/dx) |
|------------------------|-----------------|------------|---------|--------------------------|
| Age(Years) | 0.0150387 | 0.0166054 | 0.91 | 0.0021791 |
| Gender | -1.15182 | 0.4600628 | -2.50 | -0.1668958 |
| education level | 1.225467 | 0.2986428 | 4.10*** | 0.1775671 |
| Experience (years) | 0.1290455 | 0.0383848 | 3.36*** | 0.0186984 |
| Household Size | 0.1375523 | 0.0925361 | 1.49 | 0.019931 |
| Farm size(Ha) | 0.2324224 | 0.099857 | 2.33** | 0.0622166 |
| Cooperative membership | 3.100247 | 0.6246581 | 4.96*** | 0.4492182 |
| Access to credit | 1.570233 | 0.3123053 | 3.13*** | 0.2275229 |
| Land ownership status | 1.024368 | 0.2361931 | 4.34*** | 0.1484284 |
| Income level | 0.0000337 | 0.0000103 | 3.26*** | 4.88e-06 |
| Constant | 2.762386 | 1.948298 | 1.42 | |

*** and ** = Significant at 1% and 5% probability level respectively. LR Chi (10) = 161.22, Prob>chi² = 0.0000, Pseudo R² = 0.6596.

3.5. Socioeconomic Determinants of Farmer`s Adaptation Decision

The result of the binary probit model in Table 5 revealed that the coefficients of gender, educational level, farming experience, farm size, income and extension contact positively influence

farmer's adaptation decision to insurance welfare at 5% probability level. Gender had negative relationship with farmers adaptation decision at 5% probability level.

Table 5. Socioeconomic Determinants of Farmer's Adaptation Decision (Field data, 2018).

| Variables | Coefficient (β) | Std. Error | Z-score | Marginal Effects (dy/dx) |
|------------------------|-----------------|------------|---------|--------------------------|
| Age(Years) | 0.0140083 | 0.0124877 | 1.12 | 0.0035484 |
| Gender | 1.753998 | 0.4302541 | 4.08*** | 0.4442993 |
| education level | 0.4013362 | 0.1597793 | 2.51** | 0.1016611 |
| Experience (years) | 0.0067707 | 0.0216234 | 0.31 | 0.0017151 |
| Household Size | 0.2123918 | 0.0737397 | 2.88** | 0.0538509 |
| Farm size(Ha) | 0.0244824 | 0.0706713 | 0.35 | 0.0062016 |
| Income level | 0.0000321 | 7.60e-06 | 4.23*** | 8.14e-06 |
| Extension contact | 0.7626136 | 0.1659998 | 4.59*** | 0.1931751 |
| Access to credit | 0.6606875 | 0.281114 | 2.35** | 0.1673566 |
| Cooperative membership | 0.9113041 | 0.3233035 | 2.82** | 0.2308394 |
| Constant | 0.5597486 | 1.430857 | 0.39 | |

*** and ** = Significant at 1% and 5% probability level respectively. LR Chi (10) = 138.46, Prob>chi² = 0.0000, Pseudo R² = 0.5309.

3.6. Adaptation Measures Adopted by the Respondents

The result in Table 6 disclosed that majority of the respondents (49.5 %) were involved in the adaptation measures of multiple cropping system with frequency of 95 respondents, this was followed by 46.9 % of farmers that were involved in mulching, 45.8 % planting of cover cropping. About 42.7 % applied of organic manure, 39.1 % of them adopted planting of early maturing crop varieties. The rest of the farmers applied these adaptation measures; planting of early maturing crop varieties, planting crops that are not susceptible to pest and disease attack, planting of drought tolerant crop varieties, changing crop harvesting dates, planting of trees and the least was irrigation method at 39.1%, 37.0 %, 35.9 %, 33.9 % , 31.3 % and 13.0 % respectively.

Table 6. Adaptations Measures Adopted by Respondents (Field data, 2018).

| Variables | Frequency | %age (%) |
|---|-----------|----------|
| Irrigation | 25 | 13.0 |
| Multiple Cropping | 95 | 49.5 |
| Planting of trees | 60 | 31.3 |
| Planting of Cover crops | 88 | 45.8 |
| Mulching | 90 | 46.9 |
| Planting of early maturing crop varieties | 75 | 39.1 |
| Changing Crop harvesting dates | 65 | 33.9 |
| Planting drought tolerant crop varieties | 69 | 35.9 |
| Organic manure | 82 | 42.7 |
| Planting pest and disease resistant crops | 71 | 37.0 |

3.7. Constraints Confronted by Respondents

Majority (50.5 %) of the farmers in Table 7 had poor access to source of information on insurance welfare. This implies that adaptation decision could be hampered due to lack of information. 44.8 % them were faced with lack of access to weather forecast technology while 44.3 % lacked access to credit, 41.1 % had challenge of tedious nature of climate change adaptation activities, 40.6 % were faced with low income level, 37.5 % of them had poor access to land and farm capital, 31.8 % farmers had distance of resident to farm as a constraint 30.2 % of them had constraints on low technical know-how in handling mechanized and technical duties in the farm and 27.6 % of them had constraints of unwillingness to take farming risks to adapt while 18.2 % of them were faced with the challenge of illiteracy.

Table 7. Constraints Confronted by Respondents (Field data, 2018).

| Variables | Frequency | %age |
|---|-----------|------|
| Poor access to source of information | 97 | 50.5 |
| Lack of access to weather forecast technology | 86 | 44.8 |
| Illiteracy | 35 | 18.2 |
| Distance of resident to farm | 61 | 31.8 |
| Low income | 78 | 40.6 |
| Lack of access to credit | 85 | 44.3 |
| Poor access to land and farm capital | 72 | 37.5 |
| Tedious nature of climate change adaptation activities | 79 | 41.1 |
| Low technical Know-how in handling mechanized and technical duties in the farm. | 58 | 30.2 |
| Unwillingness to take farming risks to adapt | 53 | 27.6 |

3.8. Research hypothesis

The result of the correlation analysis in Table 8 showed that there is significant relationship between climate change adaptation decision and access of insurance welfare by the farmers ($r=0.997$) at 5 % level.

Table 8. Estimation of the contribution of climate change to insurance welfare access (Field data, 2018).

| | Climate change adaptation | Insurance welfare access |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Climate change adaptation | 1 000 | 0.997 |
| Insurance welfare awareness | 0.997 | 1 000 |

4. Discussion and Conclusion

4.1. Discussion

The result in Table 1 on the age distribution of the farmers showed that majority (42.7%) of them fell within 31- 40 years age bracket. The average age of the farmer computed was 43years. This is productive and active age. Farmers in this age category could be highly innovative and adoptive. They can take appropriate measures that mitigate the negative impact of climate change. Genders of household revealed that majority (62%) of them were male. This could be attributable to the tedious nature of managing climate change adaptation measures and financial implications involved. This indicated that household heads had to earn off farm income as adaptation strategy. This could supplement dwindling farm incomes that result from drastic changes of the climate.

The results of marital status showed that majority of farmers were married. Majority (48%) had family size of 1-5 persons with mean family size was 7 persons. This suggests with the large family size as a matter of necessity, had to adopt more coping schemes to contend with the impacts of climate change. The result of educational attainment disclosed that the respondents were educated which could enhance right choice making of appropriate strategy that could aid access to insurance welfare and climate change adaptation decision. By implication it would have been expected to ease access to insurance welfare for climate change adaptation decision among the respondents because of their educational level. Years spent on farming indicate that 53% of them had 1 to 10 years' experience with average farming experience of 14 years. This was a fairly high level experience and respondents could be aware of seasonal variations that are associated with climate change. With this experience, farmers could also be in a good position to choose the most appropriate coping strategy against climate change.

The result of farm size showed that majority of them cultivated farm size between 1.1 to 2.0 hectare(s) of land with average farm size was 1.52 hectares. This could be explained by the fact that they are smallholder farmers. The result of income level showed that majority of farmers had an annual income level of less than ₦100 000 with mean per annum income level of ₦274 724. The result on Cooperative society status showed that 77% of them do not belong to any cooperative society. Belonging

to a cooperative society could have assisted the respondents in accessing credit and useful information to ease adaptation decision. Majority (66%) of them have no access to credit. Access to credit reduces inefficiency as it enables farmers to adopt the better climate change adaptation measures. This infers that the respondents need the insurance welfare scheme for improved production.

The result in Table 2 on awareness of climate change indicators such as rise in temperature, progressive disappearance of the usual Harmattan periods, shortened duration of growing season and increased post-harvest deterioration of crops had a mean rank score of less than 2.0 implying that awareness level was low.

Table 3 showed that majority (76.0%) of them had low level of access of agricultural insurance welfare. Its implication is that the respondents had a high rate of non-accessibility to insurance welfare provision that could affect their adaptation decisions.

The result of the binary probit model showed a pseudo R^2 value of 0.6596) as captured in Table 4. This indicated that the estimated independent variables explain about 66% variation in farmer's access to agricultural insurance welfare on climate change adaptation decision phenomenon. The $\text{prob} > \chi^2$ (161.22) showed a positive goodness of fit. The parameter measure of the probit model only provided the order of influence of the explanatory variables on farmer's access to insurance welfare on climate change adaptation decision and did not show the actual degree of change in the coefficients. Thus, the significant effects (dy/dx) from the probit model, which gives an estimate of the predicted change in the rate of access to insurance welfare on climate change adaptation decision with respect to a unit change in an independent variable was also presented in Table 4.

The coefficient of gender was negative and significant at 5% level. This implies that the chances of the farmers in accessing insurance welfare decrease with gender. This suggests that the males more likely to have access to insurance welfare than their female counterparts. This is not surprising because the male has more assets to guarantee credit access from financial institutions.

Educational level (Edu) of the farmers was beneficial and greatly linked to access to insurance welfare to climate change adaptation decision. Educated people as reported by Marr et al. (2016) might be more successful in accessing insurance welfare that aid adaptation decision. The result of the marginal effect on educational level implied that additional units in educational level will yield 0.1775671 increased in probability of having access to insurance welfare on climate change adaptation decision.

Farming experience (Exprien) was positive and is notably connected to farmer's access to insurance welfare on climate change adaptation decision. The result of the marginal impact showed that a unit rise in farming experience will lead to an increase in rate of gaining access to insurance welfare on climate change adaptation decision by 0.0186984. Saqib et al. (2016) reported in their study that farming experience plays an important role in enhancing access to insurance welfare. Farm size (fs) was positive and extremely connected with access to insurance welfare on climate change adjustment decision at 5%. In other words, farmers with more farm sizes are likely to have access to insurance welfare on climate change adaptation decision than farmers with small farm holdings. Kumari et al. (2017) reported similar findings. The outcome of marginal consequences on farm size shows that a one-unit rise in farm holdings would induce a 0.0622166 rise in the rate of access to insurance welfare on climate change adaptation decision.

Co-operative society membership (cosoc) was significantly and positively correlated to the probability of having access to insurance welfare on climate change adaptation decision at 5% probability level. This suggests that those who belong to cooperative society are likely to have access to information on insurance welfare on climate change adaptation decision. Duncan et al. (2017) reported that membership of cooperative society had easier access to insurance than those who did not belong. The outcome of the marginal effects shows that a unit rise in cooperative membership will enhance the rate of access to insurance welfare on climate change adaptation decision by 0.4492182. Access to credit (acred) was beneficial at 1% and positively linked to insurance welfare on climate change adaptation decision, implying that a rise in accessing credit will induce a corresponding rise in insurance welfare utilization on climate change adaptation decision. Cole et al. (2017) opined that through access to credit, farmers can easily offset expenses accruing from hired labour and inputs procurement in adopting certain coping mechanisms to climate change challenges in their farms. The result of the marginal effect showed that a unit increase in access to credit will increase in probability of taking adaptation decision on climate change by 0.2275229. However, access to credit had more effect on access to insurance welfare by the farmers.

Similarly, the result further shows that land ownership status has right positive relation with access to insurance welfare and the variable is statistically significant at 1% level. Hence, land ownership status is an important factor in accessing insurance welfare because it is a symbol of higher social status in the society which also helps in getting credits from financial institutions. The result of the marginal effect shows that a unit increase in land ownership status will increase in probability of accessing insurance welfare by 0.1484284. The coefficient of income level was significant with positive marginal effect in explaining farmers' access to insurance welfare. Result implies that a rise in income level of farmers will give rise to a positive contribution towards farmers' access to insurance welfare to adopt climate change adaptation measures.

The result of the probit model in Table 5 revealed a pseudo R^2 value of 0.5309, indicating that the captured independent variables accounts for about 53% variation in farmer's adaptation decision. The result of $\text{prob} > \chi^2$ (0.138.46) specifies that the overall goodness of fit was significant. Gender, household size, educational level, income level, access to credit, extension contact and cooperative membership were parameters that significantly impacted the decision on whether or not to adapt. The coefficient of gender was negative and significant at 1% level. This implies that the males are more likely to adapt to the effect of climate change than their female counterparts. This findings support Mwalukasa et al. (2018) who noted that male-headed households were 18 % more likely to adapt to climate change. This result was contradicted by some studies which also imply that women, compared with men, display a higher degree of both engagement and competence in adapting to climate change (Adams, 2016; Braun et al., 2018).

The coefficient of household size (hhs) was positive and significant at 5% probability level agreed with the decision to adapt climate change. A unit rise in household size of the farmers will have a substantial impact of increasing the proportion of obtaining additional adaptation schemes by 0.0538509. This further shows that larger households have higher demand for insurance welfare to increase agricultural productivity through climate change adaptation decision.

The coefficient of educational level (edu) was positive and significant at 5% probability level agreed with the decision to adapt climate change. A unit rise in educational level of the farmers will have a substantial impact of increasing the proportion of obtaining additional adaptation schemes by 0.1732378. This result was supported by Ndamani and Natanabe (2016) who postulated that educational level of respondents determine their ability to make useful decisions in the face of challenges posed by climate change.

The outcome of the marginal impacts indicated that a unit rise in the income of farmers will cause an increase in the rate of taking positive decision to adapt to climate change by $8.14e-06$. Increase in farmer's income increases their adaptive capacity to adjust with dynamism in climatic conditions by adopting various adjustment schemes. This result is congruent with Bahinipati and Venkatachalam (2015) findings that income of farmers is positively related to their livelihood capabilities. The coefficient of extension contact was positive and statistically significant at 1% level. This implies that the more contacts the respondents accessed extension agents, the decision to adopt adaptation measures becomes easier. This is in consonance with Belay et al., (2017) findings that number of extension contacts farmers had with extension agent has direct link with adaptation decision.

Access to credit (acred) was beneficial at 5% and positively linked to climate change adaptation decision, implying that a rise in accessing credit will induce a corresponding rise in climate change adaptation decision. Cole et al. (2017) opined that through access to credit, farmers can adopt certain coping mechanisms to climate change challenges in their farms. The result of the marginal effect showed that a unit increase in access to credit will increase in probability of taking adaptation decision on climate change by 0.1673566. However, income level had more effect on climate change adaptation decision by the farmers.

The coefficient of cooperative society membership was positive and significant. This suggests that farmers who belong to farmers' cooperative have a higher to access insurance welfare to carry out the climate change adaptation measures. The outcome of the marginal impacts indicated that a unit rise in extension contact with farmers will cause an increase in the rate of taking positive decision to adapt to climate change by 0.2308394. However, extension contact had the greater impact on the decision to adopt adaptation measures by the farmers.

The major adaptation measures used by the farmers were multiple cropping system, mulching, planting of cover cropping, application of organic manure and planting of early maturing crop varieties.

It was practice adopted to reduce soil water loss. This supports the findings of Okoroh et al. (2016), which stated that the main climate change effect experienced by farmers were flooding, soil erosion, decrease in soil fertility etc. The results also revealed that the most effective method adopted by farmers in cushioning the effect of climate change were mulching, constant weeding, use of organic manure etc. The major constraints militating against the farmers were poor access to source of information, lack of access to weather forecast technology, lack of access to credit and the least were illiteracy and unwillingness to take farming risks to adapt. This implies that adaptation decision could be hampered due to lack of information.

To ascertain if there was no significant relationship between insurance welfare scheme and climate change adaptation decision among farmers correlation analysis test was conducted. The result of the correlation analysis showed that there is significant relationship between climate change adaptation decision and access of insurance welfare by the farmers ($r=0.997$) at 5% level. The reason might be postulated by the fact that the resultant effects of climate change is always detrimental which pushed the farmers to seek for insurance welfare scheme that can help to reduce their shocks in the farm.

4.2. Conclusion

The study had showed that farmer's access to insurance welfare is very low and this will drastically affect the decision to utilize adaptation methods that are capital intensive. The restrained access to insurance welfare causes farmers especially the vulnerable to unpredicted revenue distress, particularly from adverse weather condition. They often minimize their earning shock by varying and selecting low-risk activities or technology, which usually have low average proceeds. The provision of insurance welfare will encourage continuity in farming business. Information is the key to power as saying goes. They also lack adaptation information in the study area. Hence the need to insure farms and benefits from insurance agencies become necessary. It is recommended that Government should make provision for insurance welfare package for farmers for greater productivity. Agricultural production and productivity cannot be maximize without a substantial increased access to extension advice by farmers at all category to assist in dissemination of awareness of agricultural insurance welfare and adaptation measures on climate change and training on climate adaptation in Edo State.

References

- Adams, H. (2016). Why populations persist: mobility, place attachment and climate change. *Population and Environment*, 37(4), 429–448.
- Adepelu, I.Z. (2018). Managing climate risks in Africa: insights from South Africa and Ethiopia. Masters thesis, Memorial University of Newfoundland. <http://research.library.mun.ca/id/eprint/13509> accessed 7th August 2019.
- Agbam, A.S. (2015). Rural insurance: Does evidence exist for insurance penetration in Nigeria? *Studies in Social Sciences and Humanities* 2 (4), 250-256.
- Ahmed, K.F., Wang, G., You, L., & Yu M (2016). Potential impact of climate and socioeconomic changes on future agricultural land use in West Africa. *Earth System. Dynamics*, 7, 151-165.
- Ajala, S. B. (2017). *Perceived effects of climate change on agricultural production in the Lowveld areas of Mpumalanga Province*, South Africa. Master of Science Thesis at the University Of South Africa.
- Ali, A., & Erenstein, O. (2017). Assessing farmer use of climate change adaptation practices and impacts on food security and poverty in Pakistan. *Climatic Risk Management*, 16, 183-194.
- Altieri, M.A & Nicholls, C.I (2017). The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. *Climatic Change*, 140 (1), 33–45
- Bahinipati, C.S., & Venkatachalam, L. (2015). What drives farmers to adopt farm-level adaptation practices to climate extremes: Empirical evidence from Odisha, India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14 (4), 347-356.
- Belay, T., Recha, J.W., Woldeamanuel, T., & Morton, J.F. (2017). Smallholder farmers' adaptation to climate change and determinants of their adaptation decisions in the Central Rift Valley of Ethiopia. *Agriculture and Food Security*, 6(24), 2-13.

- Braun, T., Cottrell, R., & Dierkes, P. (2018). Fostering changes in attitude, knowledge and behavior: demographic variation in environmental education effects. *Environmental Education Research*, 24(6), 899-920.
- Cole, S., Gine, X., & Vickery, J. (2017). How does risk management influence production decisions? Evidence from a Field Experiment. *The Review of Financial Studies*, 30(6), 1935–1970.
- Coster, A.S., & Adeoti, A. I. (2015). Economic Effects of Climate Change on Maize Production and Farmers' Adaptation Strategies in Nigeria: A Ricardian Approach. *Journal of Agricultural Science*, 7(5), 67-84.
- Davis, Claire, L., & Vincent, K. (2017). Climate risk and vulnerability: A handbook for Southern Africa. URI: https://www.csir.co.za/sites/default/files/Documents/SADC%20Handbook_Second%20Edition_full%20report.pdf <http://hdl.handle.net/10204/10066>. A handbook for Southern Africa (2nd ed.) accessed 8th August 2019.
- de Amorim, W.S., Valduga, I.B., Ribeiro, J.M.P., Williamson, V.G., Krauser, G.E., Magtoto, M.K., & de Andrade Guerra, J.B.S.O. (2018). The nexus between water, energy, and food in the context of the global risks: An analysis of the interactions between food, water, and energy security. *Environmental impact assessment review*, 72, 1-11.
- Duncan, J. M., E. L. Tompkins, J. Dash & Tripathy, B (2017). Resilience to hazards: rice farmers in the Mahanadi Delta, India. *Ecology and Society* 22(4), 3.
- Elum, Z.A., Modise, D.M & Marr, A. (2017). Farmer's perception of climate change and responsive strategies in three selected provinces of South Africa. *Climate Risk and Management*, 16, 246-257.
- Essandoh-Yeddu, F. (2018). Effect of climate change and variability of smallholder farmers' livelihoods in the Forest-Savannah Transitional Zone of Ghana: A gender perspective Balme Library, University of Ghana. <http://ugspace.ug.edu.gh/handle/123456789/30166> accessed 9th August, 2019.
- Feola, G., Lemer, A.M., Jain, M., Montefrio, M.J.F., & Nicholas, K.A. (2015). Researching farmer behaviour in climate change adaptation and sustainable agriculture: Lessons learned from five case studies. *Journal of rural studies*, 39, 74-84.
- Gwambene, B., Liwenga, E.T., & Mung'ong'o, C.G. (2019). *Agricultural Food Crop Production and Management Challenges under Variable Climatic Conditions in Rungwe District, Tanzania*. Agriculture and Ecosystem Resilience in Sub-Saharan Africa pp. 3-28.
- Henstra, D. (2016). The tools of climate adaptation policy: analysing instruments and instrument selection. *Climate policy*, 16(4), 496-524.
- Kumari, M., Singh, K.M., Sinha, D.K., Ahmad, N., & Mishra, R.R. (2017). Role of socio-economic variables in adoption of crop insurance: A Discriminant Function Approach Online at <https://mpr.ub.uni-muenchen.de/80271/> MPRA Paper No. 80271, posted 19 July 2017 16:18 UTC accessed 11th August 2019.
- Mark.S. Stewart & Emilio Bastidas-Arteaga. (2019). *Introduction to Climate Adaptation Engineering*. Climate adaptation engineering pp 3-36.
- Marr, A., Winkel, A., van Asseldonk, M., Lensink, R., & Bulte, E. (2016). Adoption and impact of index-insurance and credit for smallholder farmers in developing countries, *Agricultural Finance Review*, 76(1), 94-118.
- Mase, A.S., Gramig, B.M., & Prokopy, L.S. (2017). Climate change beliefs, risk perceptions, and adaptation behavior among Midwestern U.S. crop farmers. *Climate risk management*, 15, 8-17.
- Mwalukasa, N., Mlozi, M., & Sanga, C. (2018). Influence of socio-demographic factors on the use of mobile phones in accessing rice information on climate change adaptation in Tanzania. *Global Knowledge, Memory and Communication*, 67(8/9), 566-584.
- Ndamani, F., & Natanabe, T. (2016). Determinants of farmers' adaptation to climate change: A micro level analysis in Ghana. *Scientia Agricola*, 73(3), 201-208.
- Ndem, C.N., & Osondu, C.K (2018). Risk sources and management strategies among cassava farmers in Abia State, Nigeria. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 18(1), 267-276.
- Okoroh, J.P., Olaolu, M.O., & Igbokwe, E.M. (2016). Climate change mitigation and adaptation strategies Used by Farmers in Imo State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension*, 20(2), 130-142.

- Onyenekwe, C.S. (2018). Climate Shocks, Environmental degradation and resource conflict: Implications for agricultural livelihoods and food security in Niger Delta Region of Nigeria. Balme Library, University of Ghana. <http://ugspace.ug.edu.gh/handle/123456789/30167> accessed 7th August 2019.
- Otum, U.C., Paul, A.K., & Johnpaul, I.E. (2019). Determinants of extent of adaptation to climate change by female farmers in Enugu State, Nigeria: A hurdle model application. *Climate change*, 5(17), 48-54.
- Rajbhandari, B.P. (2015). *Fundamentals of Sustainable Agriculture and Rural Development*. Kathmandu: HICAST Publication. ISBN: 978-9937-2-9544-4, 244 pp.
- Saqib, S.E., Ahmad, M.M., Panezai, S., & Ali, U. (2016). Factors influencing farmers' adoption of agricultural credit as a risk management strategy: The case of Pakistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 17, 67-76.
- Shilaho, H. A. (2016). *Local institutions responses to climate governance policies in adaptation to climate change: A Case of small scale farmers in Alego Usonga-Siaya County in Kenya*. An M.Sc Thesis submitted to the Department of International Environment and Development Studies, Faculty of social science, Norwegian University of life sciences.
- Thornton, P.K., Kristjanson, Forch, W., Barahona, C., Cramer, L., & Pradhan, S. (2018). Is agricultural adaptation to global change in lower-income countries on track to meet the future food production challenge? *Global Environment Change*, 52, 37-48.
- Weichselgartner, J., & Pigeon, P. (2015). The role of knowledge in disaster risk reduction. *International Journal of Disaster Risk Science*, 6(2), 107-116.
- Zougmore, R., Partey, S., Ouédraogo, M., Omitoyin, B., Thomas, T., Ayantunde, A., Ericksen, P., Said, M., & Jalloh, A. (2016). Toward climate-smart agriculture in West Africa: A review of climate change impacts, adaptation strategies and policy developments for the livestock, fishery and crop production sectors. *Agriculture and Food Security*, 5(26), 2-16.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

Investigation of Socio-Economic Characteristics of Wheat Producers on Certified Seed Use: The Case of Ankara Province**

Celal CEVHER^{*1}, Bülent ALTUNKAYNAK²

¹Fields Crop Central Research Institute, Ankara, Turkey

²Gazi University, Faculty of Science, Department of Statistics, Ankara, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-3631-0321> ²<https://orcid.org/0000-0002-7571-2155>

*Corresponding author: celal.cevher@tarimorman.gov.tr

Article Info

Received: 27.11.2019
Accepted: 04.03.2020
Online Published 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.651446

Keywords

Ankara,
Productivity,
Socio-economic factors,
Wheat production

Abstract: The aim of this study is to determine the socio-economic factors affecting the use of certified seeds. By determining these factors, it is aimed to increase the income level and thus the welfare of farmers. In addition, by increasing the use of certified seeds, it is desired to obtain quality wheat production and contribute to the development of the grain industry. In the study, producers' opinions on certified seed use were examined in terms of socio-economic variables. As a research area, Ankara province, where certified seed use is common (approximately 20%), was chosen. Land size was taken into account in determining the sampling volume. The primary data of the study were collected by questionnaire method from 318 manufacturers. Secondary data was obtained from agricultural organizations. According to the results of the research, the rate of adoption of certified wheat seed was determined as 58.7%. 90.6% of the producers stated that the seed support given was not sufficient and 88.7% of the seed prices were high. The rate of producers stating that there are suitable alternative seed varieties in the research area is 83.6%. It has been determined that the training level of the producers has a significant impact ($p < 0.05$) on the adequacy of the supports and their opinions on seed prices. The producer's residence and income levels have had a significant ($p < 0.05$) effect on alternative seed selection. As a result, it has been concluded that certified seed support provided by the Ministry of Agriculture and Forestry affects quality seed use, increase in gross production value and decrease in production costs.

Buğday Üreticilerinin Sertifikalı Tohum Kullanımına Etki Eden Sosyo-Ekonomik Özelliklerin İncelenmesi: Ankara İli Örneği

Makale Bilgileri

Geliş: 27.11.2019
Kabul: 04.03.2020
Online Yayınlanma 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.651446

Anahtar kelimeler

Ankara,
Verimlilik,
Sosyo-ekonomik faktörler,
Buğday üretimi

Öz: Bu çalışmanın amacı, sertifikalı tohum kullanımına etki eden sosyo-ekonomik faktörlerin belirlenmesidir. Bu faktörlerin belirlenmesi ile çiftçilerin gelir düzeyinin ve dolayısıyla refahının yükseltilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca, sertifikalı tohum kullanımının artırılmasıyla kaliteli buğday üretiminin elde edilmesi ve hububat sanayinin gelişmesine katkı sağlaması istenmektedir. Çalışmada, üreticilerin sertifikalı tohum kullanımına ilişkin görüşleri sosyo-ekonomik değişkenler bakımından incelenmiştir. Araştırma alanı olarak, sertifikalı tohum kullanımının yaygın olduğu (yaklaşık %20) Ankara ili seçilmiştir. Örneklem hacminin belirlenmesinde arazi genişliği dikkate alınmıştır. Çalışmanın birincil verileri 318 üreticiden anket yöntemi ile toplanmıştır. İkincil veriler tarımsal kuruluşlardan sağlanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, sertifikalı buğday tohumunun benimsenme oranı %58.7 olarak belirlenmiştir. Üreticilerin %90.6'sı

verilen tohum desteğinin yeterli olmadığını, %88.7'sinin ise tohum fiyatlarının yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma alanında uygun alternatif tohum çeşitlerinin olduğunu belirten üreticilerin oranı %83.6'dır. Üreticilerin eğitim düzeyinin, desteklerin yeterliliği ve tohum fiyatlarına ilişkin görüşleri üzerinde önemli etkiye sahip ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Üreticinin ikamet yeri ve gelir düzeyi, alternatif tohum seçimi üzerinde önemli ($p<0.05$) bir etkiye sahip bulunmuştur. Sonuç olarak, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından verilen sertifikalı tohum desteğinin, kaliteli tohum kullanımına, gayrisafi üretim değerindeki artışa ve üretim masraflarındaki azalmaya etki yaptığı sonucuna ulaşılmıştır.

**This article was presented orally at AGROFOOD (20-21 June 2019) congress.

1. Introduction

Wheat is one of the basic nutrients in human nutrition. For this reason, it is ranked first among the cultivated crops in terms of production. In Turkey, 23.4 million hectares of agricultural activity is carried out. about 71% of these areas produce cereals. Among the grain cultivation areas, wheat ranks first with a share of 69%. The quality of the wheat having a very large production rate in Turkey is still not at the desired level. Wheat yield is 2630 ton/ha in Turkey and it is considerably below the world average (3 400 ton/ha) (Anonymous, 2018). Therefore, the use of certified seeds is important in increasing the quality and yield in wheat production. With the use of certified wheat seeds, the income level of farmers can be increased. For this reason, certified seed use of farmers should be encouraged. It has been known that to increase wheat yield is important to development of quality varieties, resistant to adverse environmental conditions and with high yield (Şehirali and Özgen, 2013). In another study, efficient and high quality varieties are recommended for producers and the provision of seed production is essential for sustainable grain production (Olgun et al., 2012). A large portion of wheat production in Turkey is carried out in dry conditions. Therefore, wheat producer's agricultural production income is lower than other producers (Cevher, 2015). The most basic way to increase the quality of wheat is to use high quality seeds. In wheat production, seed costs ranges between 8.26% and 25.78% of total input costs (Adanacioğlu and Engindeniz, 2011). In Turkey, agricultural productivity is low, production is carried out with high costs (Tuğay, 2012). More products can be obtained with the use of certified seeds (Kronstad, W.E., 1998; Bishaw et al., 2007; Tester and Langridge, 2010; Engin, 2015; Anonymous, 2017).

In terms of food safety, seed is an important factor in plant production. The nature of the seeds used by the producers is important in the production, quality and efficiency increase (Yağdı et al., 2010). Newly developed seeds are seen as an important innovation for small producers with limited resources (Lanteri and Quagliotti, 1997; Hazneci and Ceyhan, 2017). When studies in other countries have examined, for example; the use of certified seeds is one of the main factors in terms of efficiency in wheat production, quality and raising farm income (Sofijanovna et al., 2012). The use of certified seeds is important for the development of the country's economy and for social welfare (Jaffee and Srivastava, 1994; Anonymous, 2001; Laurance et al., 2014). The average yield obtained from the use of certified seeds in wheat production was determined to be 22.5% higher than non-certified seeds (Sofijanovna et al., 2012). In a study conducted in Nigeria, it was determined that the certified rice seed support given to the producers increased the production by 18.5%. This has contributed to increased producer income, quality certified seed access and rural poverty reduction (Awotide et al., 2011). Agricultural input prices in Turkey are relatively high compared to other countries. This situation prevents small producers to buy quality seeds (Aksoy et al., 2017). The availability of certified seed prices and informing producers about the advantages of agricultural production can be significantly increased (Erdem and Yücel, 2015). Agricultural support policies should be given priority to the production and distribution of seed varieties with high efficiency (Erdem, 2012).

Agricultural production has not reached the desired level of quality, due to changing agricultural policies in Turkey. In this context, support policies can be directed taking into account the socio-economic and farms characteristics of the producers (Kızılaslan, 2004; İpekçioğlu et al., 2014). Seed production activities to increase the yield and quality in plant production is on the way to becoming an important sector (Şahin et al., 2013). Producers should be informed about certified seed, fertilization and spraying (Başaran and Engindeniz, 2015). In order to increase the adoption of newly developed

varieties by producers, training and extension activities should be carried out regularly. It was also stated that producers should be informed about the benefits of innovations (Kaynak and Boz, 2015). In another study, it was found that 55% of neighbors and relatives, agriculture directorates and Agriculture Chamber Presidencies were 10% effective in adopting agricultural innovations (Yüksel, 2009). It is determined that the producers prefer the variety of their experiences and then apply to the seed dealers (Adaloğlu et al., 2017). If the work of dissemination organizations is in line with agricultural policies, adoption of extension proposals will be more effective. (Boyacı and Yıldız, 2014). In another study, it is determined that the decisions taken in agricultural production vary according to market conditions, farm or producer characteristics (Osteen et al., 2012). It was determined that the experience of the producers was more influential in the choice of varieties, followed by seed dealers (Adaloğlu et al., 2017).

Producers in Turkey have been supported since 2004 for the use of certified wheat seeds. However, there are a few studies to measure the results of the supports given by the government from a numerical point of view. In this study, the effect of the supports given to the use of certified seeds on the socio-economic status of the producer has been examined. In the study, the following research questions were sought; i) Do supports for certified seed use increase the production significantly? ii) Do changes in productivity depends on the socio-economic characteristics of the producers?

2. Materials and Methods

2.1. The model

The research was carried out to determine the effect of the producers' socio-economic characteristics on certified seed use. The socioeconomic variables discussed in the study show parallels with the previous studies on this subject in terms of variables. (La Due et al., 1991; Hennessy and O'Brien, 2008). These variables include age, education level, residence status of the producer, membership status of off-farm income, farm income and agricultural institutions.

2.2. Data and sampling

The main material of the study consisted of the data obtained from the producers used certified wheat seeds and received government supports in Ankara. Ankara is one of Turkey's leading province in terms of crop production. The most important plant produced in the field agriculture is wheat. The most important use of certified seeds of wheat stock and most of the provinces in Turkey beginning comes Ankara. In addition, Ankara province has been selected because it is the location of certified wheat seed companies and General Directorate of Agricultural Enterprises (TİGEM), as well as the presence of research institutes where wheat breeding works are most common. The stratified sampling method was used in the study because of the fact that the land size is not homogeneous and the number of the districts is represented in the study. The formula given below is used to determine the sample size (Yamane, 2001).

$$n_h = \frac{N_h S_h}{\sum N_h S_h} n \quad (1)$$

The number of farmers who would be interviewed was set to 318 as a result of the calculation. Sample size was determined to be 318 farmers (60 in Bala, 45 in Gölbaşı, 52 in Haymana, 149 in Polatlı, and 12 in Şereflikoçhisar). The survey was conducted through face-to-face interviews between October and November 2018.

2.3. Data and variables

The variables used in the study are given in Table 1 with their definitions. These variables are the most likely to affect certified seed use and support utilization (Cevher and Altunkaynak, 2019).

Table 1. Variables and their descriptions

| Variable | Defination |
|--------------------------------|--|
| Producers' education | 1=Primary, 2=Middleschool, 3=High school, 4=University |
| Place of residence | 1=Rural, 2=City |
| Off-farmincome | 1=No, 0=Yes |
| Annual income status | 1= low, 2=medium, 3=high |
| Insufficient amount of support | 1=No, 0=Yes |
| Not enough certified seeds | 1=No, 0=Yes |
| No better certified seeds | 1=No, 0=Yes |
| Certified Seed expensive | 1=No, 0=Yes |

2.4. Data analysis

In this study, logistic regression analysis is planned. However, chi-square test was used due to the absence of multicollinearity, linearity of independent variables and large sample size assumptions. The effect of socio-economic variables on the opinions of producer concerning the certified seed was investigated using chi-square test and $p < 0.05$ were considered to be significant.

3. Results and Discussion

It was found that the producers using certified seed were 19.5% of primary school, 21.4% middle school, 48.6% high school and 10.5% university graduates. According to these data, it can be said that the level of education of the producers using certified seed is high. The producers living in rural areas of 60.8% and 39.2% were living in the city center. It has been suggested that the rate of non-agricultural producers is 54.8%. The ratio of low-income producers was 9.2%, in middle-income group 64.0% and in high-income group 26.8%. According to these results, it can be said that the income level of the producers and the non-agricultural income ratios are high. The amount of non-certified seed discarded in dry wheat production under dry conditions was determined as 210 kg / ha to 300 kg / ha and an average of 235 kg / ha. The amount of certified seed used after the support was changed from 170 kg / ha to 250 kg / ha and it was found to be 210 kg / ha. In the production in irrigated area conditions, 230 kg / ha seed was used before the support and this amount decreased to 198 kg/ha after support. Thus, the use of seed in dry conditions after the use of certified seed decreased by 25 kg / ha and in irrigated conditions by 32 kg / ha. According to these results obtained, certified seed support and dissemination studies by private sector are effective in reducing the amount of seed used.

Grain producers are one of the sectors that should be supported due to their gross production values and socio-economic structures. Because the producers in this sector are disadvantaged (low gross production value, period of breeding) compared to producers in other sectors producing plants. Therefore, support policies should be determined according to the producer characteristics in this sector. In this context, the comparison of the socio-economic characteristics of producers with the adequacy of certified seed support, the amount of certified seeds, alternative seed availability and the price of seeds was analyzed statistically. The results of this research are given in the tables 2, 3, 4 and 5.

As seen in Table 2, the majority of producers (90.6%) stated that the supports were insufficient. Those who stated that their support was insufficient were at most (98.5%) secondary education level. It is determined that producers that do not have non-agricultural income want more support than non-agricultural producers. 95.2% of the middle income producers in terms of income level said the supports were insufficient. Different results were obtained from similar studies. In one study, 80% of the producers stated that the certified seed prices were high. Therefore, seed support should be increased and it is concluded that producers are informed about the benefits of seed (Balabanlı, 2016). The producers stated that the certified seed supports were very low and that the seed supports supplied accounted for 20% of the total seed price (Daldal, 2016). In another study, it was concluded that the first factor that the producers preferred in seed selection was yield (21.31%) and then seed price (18.69) (Adaloğlu et al., 2017). In a study by Banerjee et al. (2007), it was stated that the second most important factor affecting seed preferences was seed prices. When the answers in terms of socio-economic variables were examined, the relationship between certified seed support and education and non-

agricultural income was found to be statistically significant ($p < 0.05$). The insufficient visibility of the support given by the middle or high school graduates is higher than that of the primary school or university graduates. While 90.6% of the secondary school graduates found the support given as insufficient, this rate was 75.8% for university graduates. In the studies on education, it is not possible to use technology in a functional way without knowing the effects of innovation on society and the view of society on innovation. In a study on education, it has been determined that technological innovations should be adopted by individuals and used in innovation production (Kılıçer, 2008). According to Rogers, early majority of the novelty of innovation is more important than the late majority of the feature (Rogers, 2003). In another study, it was found that when the education level of producers is low, communication with public institutions and organizations is weak and communication with private agricultural consultants is stronger (Balbay, 2014). Education was found to be important among the factors affecting the adoption of new technologies applications and the achievement of different sources of information (Mittal and Mehar, 2016). It was determined that the level of education in the farms, access to information, positive environmental attitudes, environmental awareness and use of social networks are related to adoption rates (Prokopy et al., 2008). The level of education in the field research has been found to be effective on behavior change (Rogers, 1983; Demir, 2009). Field variables allocated to education and seed production were determined as important variables determining the efficiency of wheat seed production. In the organization of producer training and extension programs, it has been determined that the target group can be well-known and the need analysis is done well, and the efficiency of training and extension studies can be increased (Hazneci and Ceyhan, 2017).

Table 2. The effects of socio-economic characteristics on opinions of producers used comparison of certified seed supports

| Variable | Defination | Insufficient amount of support | | | χ^2 |
|----------------------|--------------|--------------------------------|------------|-------|----------|
| | | No | Yes | Total | |
| Producers' education | Primary | 12 (19.7) | 49 (80.3) | 61 | 23.42** |
| | Middleschool | 1 (1.5) | 66 (98.5) | 67 | |
| | High school | 9 (5.7) | 148 (94.3) | 157 | |
| | University | 8 (24.2) | 25 (75.8) | 33 | |
| Place of residence | Rural | 21 (10.8) | 174 (89.2) | 191 | 1.05 |
| | City | 9 (7.3) | 114 (92.7) | 123 | |
| Off-farmincome | No | 11 (6.2) | 166 (93.8) | 177 | 4.84* |
| | Yes | 19 (13.5) | 122 (86.5) | 141 | |
| Annual income status | Low | 2 (6.9) | 27 (93.1) | 29 | 3.60 |
| | Medium | 24 (11.7) | 181 (88.3) | 205 | |
| | High | 4 (4.8) | 80 (95.2) | 84 | |
| Total | | 30 (9.4) | 288 (90.6) | 318 | |

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; Values in brackets indicate percentages

Comparison of the opinions about the sufficiency of seed according to socio-economic characteristics is given at Table 3. As shown in Table 3, the majority of producers (95%) stated that there was enough seed. When the answers were examined in terms of socio-economic variables, the relationship between the non-agricultural income status and opinions on seed adequacy was found to be statistically significant ($p < 0.05$). While 8.5% of non-agricultural producers stated that there was not enough seed, this ratio was 2.3% in non-agricultural producers. The importance of agricultural technology in increasing production and productivity can be realized when technologies that increase efficiency are widely used and disseminated. In a previous study, non-farm farm income was found to be effective in the adoption of agricultural technologies (Hailu et al., 2014). It has been determined that producers engaged in sustainable agriculture have more farm income compared to traditional producers (Comer et al., 1999). In another study, it was determined that the one-year increase in education level led to an increase of 2.5% depending on the possibility of the producer turning to non-agricultural income sources (Nazir et al., 2018).

The effect of socio-economic characteristics on views of alternative seed existence is shown in Table 4. When the answers were examined in terms of socio-economic variables, statistically significant relationships were found between the level of residence and income and the opinions about alternative

seed presence ($p < 0.05$). 26% of the inhabitants of the city were found to have no better seeds, whereas this ratio was 10.3% for rural producers. 25% of the high-income producers stated that there was no better seed, while in other producers this ratio was in the range of 13-14%. Different results have been obtained in studies on having information about certified seed. In a study, it was found that 52.3% of the producers in Burdur province and 69.3% in Isparta province used certified seed. In both provinces, it is determined that producers do not have sufficient knowledge about certified seed use (Gül et al., 2015). It was determined that the producers, who are in the effort to provide real efficiency in production, increased their agricultural non-agricultural and agricultural activity revenues, and the willingness to benefit from agricultural support policies increased (Topçu, 2008).

Table 3. Comparison of the opinions about the sufficiency of seed according to socio-economic characteristics

| Variable | Defination | Not enough certified seeds | | Total | χ^2 |
|----------------------|--------------|----------------------------|----------|-------|----------|
| | | No | Yes | | |
| Producers' education | Primary | 59 (96.7) | 2 (3.3) | 61 | 1.76 |
| | Middleschool | 63 (94.0) | 4 (6.0) | 67 | |
| | High school | 150 (95.5) | 7 (4.5) | 157 | |
| | University | 30 (90.9) | 3 (9.1) | 33 | |
| Place of residence | Rural | 185 (94.9) | 10 (5.1) | 195 | 0.10 |
| | City | 117 (95.1) | 6 (4.9) | 123 | |
| Off-farmincome | No | 173 (97.7) | 4 (2.3) | 177 | 6.42* |
| | Yes | 129 (91.5) | 12 (8.5) | 141 | |
| Annual income status | Low | 26 (89.7) | 3 (10.3) | 29 | 2.95 |
| | Medium | 194 (94.6) | 11 (5.4) | 205 | |
| | High | 82 (97.6) | 2 (2.4) | 84 | |
| Total | | 302 (95.0) | 16 (5.0) | 318 | |

* $p < 0.05$; Values in brackets indicate percentages

Table 4. Comparison of opinions about alternative seed existence according to socio-economic characteristics.

| Variable | Defination | No better certified seeds | | Total | χ^2 |
|----------------------|--------------|---------------------------|-----------|-------|----------|
| | | No | Yes | | |
| Producers' education | Primary | 48 (78.7) | 13 (21.3) | 61 | 1.88 |
| | Middleschool | 55 (82.1) | 12 (17.9) | 67 | |
| | High school | 135 (86.0) | 22 (14.0) | 157 | |
| | University | 28 (84.8) | 5 (15.2) | 33 | |
| Place of residence | Rural | 175 (89.7) | 20 (10.3) | 195 | 13.70** |
| | City | 91 (74.0) | 32 (26.0) | 123 | |
| Off-farmincome | No | 147 (83.1) | 30 (16.9) | 177 | 0.10 |
| | Yes | 119 (84.4) | 22 (15.6) | 141 | |
| Annual income status | Low | 25 (86.2) | 4 (13.8) | 29 | 6.25* |
| | Medium | 178 (86.8) | 27 (13.2) | 205 | |
| | High | 63 (75.0) | 21 (25.0) | 84 | |
| Total | | 266 (83.6) | 52 (16.4) | 318 | |

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; Values in brackets indicate percentages

The producers' opinions on certified seed prices are shown in Table 5. When the answers were examined in terms of socio-economic variables, the relationship between education level and seed price was found to be statistically significant ($p < 0.01$). The university graduates consider the seed price to be less expensive than other producers. While 92.5% of the secondary school graduates found the seed price to be expensive, this rate was found to be 69.7% for university graduates. In a previous study on education, it was determined that producers who received training and adopted new technologies gained more rice yield per hectare. In another study on education, it was determined that the producers who were trained in agricultural production had a high potential to increase productivity in production (Nakano et al., 2018). The contribution of educated communities to agricultural development is high (Abah and Betja, 2015).

Table 5. Opinions of Producers on seed prices with respect to socio-economic

| Variable | Defination | Certified Seed Expensiveness | | | χ^2 |
|----------------------|--------------|------------------------------|------------|-------|----------|
| | | No | Yes | Total | |
| Producers' education | Primary | 5 (8.2) | 56 (91.8) | 61 | 13.63** |
| | Middleschool | 5 (7.5) | 62 (92.5) | 67 | |
| | High school | 16 (10.2) | 141 (89.8) | 157 | |
| | University | 10 (30.3) | 23 (69.7) | 33 | |
| Place of residence | Rural | 17 (8.7) | 178 (91.3) | 195 | 3.40 |
| | City | 19 (15.4) | 104 (84.6) | 123 | |
| Off-farmincome | No | 19 (10.7) | 158 (89.3) | 177 | 0.14 |
| | Yes | 17 (12.1) | 124 (87.9) | 141 | |
| Annual income status | Low | 0 (0.0) | 29 (100.0) | 29 | 2.95 |
| | Medium | 16 (7.8) | 189 (92.2) | 205 | |
| | High | 20 (23.8) | 64 (76.2) | 84 | |
| Total | | 36 (11.3) | 282 (88.7) | 318 | |

** p<0.01; Values in brackets indicate percentages

4. Conclusion

Certified seed production and usage has increased steadily in recent years in Turkey. These increases have played an important role in increasing wheat yield and quality. The increase in wheat yield and quality has had a significant impact on producer, consumer and wheat industry. The majority of the producers (90.6%) stated that the amount of support was insufficient and this was an obstacle to the use of more certified seeds. Furthermore, producers (88.7%) stated that certified seed prices were high. In the research area, it has been determined that the amount of certified seed treated by public and private sector institutions is sufficient. The producers (95%) stated that they did not have any problems in obtaining certified seeds. In addition, it was found that there is no problem in finding alternative seed in the research area. Education, non-agricultural income and producer's income level were found to be important variables on the use of certified seeds. We conclude that the supports contribute to the adoption of certified seed (58.7%), thus increase the use of certified seeds, and the gross production value while reduce the production costs. Increasing the certified seed support will contribute to enhance the yield and improve the quality of wheat. Providing the the support payments in planting period will contribute to increasing the use of certified seeds.

Acknowledgment

We would like to thank the cereal producers, agricultural institutions and organizations in Ankara where we received the primary data of the study.

References

- Abah, R. C., & Petja, B. M. (2015). The Socio-economic factors affecting agricultural development in the lower river benue basin. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5, 84-94.
- Adaloğlu, H. A., Akkuş, İ. C., Abay, C., & Kart, M. Ç. Ö. (2017). Aydın ili Söke ilçesinde pamuk üreticilerinin tohum tercihlerini etkileyen faktörler. *Anadolu Tarım Bilim. Der.*, 32, 189-196.
- Engindeniz, S. & Adanacioğlu, H. (2011). Tarımsal üretimde etkili olan faktörlerin analitik yaklaşımla incelenmesi: Buğday örneği. *TKB Türktarım Dergisi*, 200, 20-28.
- Aksoy, A., Demir, N., Kaymak, H. Ç., & Sarı, M. M. (2017). Seed sector of Turkey in terms of sustainable agriculture. *Atatürk Universty Journal of the Agricultural Faculty*, 48, 133-138.
- Anonymous. (2001). *Plant production specialized commission report of seed sub-commission*. DPT, Eighth Five-Year Development Plan, Ankara.
- Anonymous. (2018). Cereal Report. Turkish Grain Board. <http://www.tmo.gov.tr/HububatRaporu>
Erişim tarihi: 13.11.2018.
- Awotide, B. A., Awoyemi, T. T., Diagne, A., & Ojehomon V. T. (2011). Impact of access to subsidized certified improved rice seed on income: Evidence from rice farming households in Nigeria. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 2, 43-60.

- Balabanlı, C., Cirit, Y., Kayacan, S., Bıçakçı, E., & Yüksel, O. (2016). Yem Bitkileri Tarımında Üretici Davranışlarının Belirlenmesi: Isparta ili örneği. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-2), 259-264.
- Balbay, D. (2014). *Marmara bölgesinde örtüaltı tarımı geliştirme koşul ve olanakları üzerine bir araştırma*. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi A.D. Tekirdağ, Türkiye.
- Banerjee, S., Ban, H. D., & Martin, S. W. (2007). Effects of seed and farm characteristics on cottonseed choice: a choice-based conjoint experiment in the Mississippi Delta. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 39, 657-669.
- Başaran, C., & Engindeniz, S. (2015). Analysis of input use efficiency in green pepper production: A case study for Izmir Province. *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 21, 7784.
- Bishaw, Z., Niane, A. A., & Gan, Y. (2007). Quality seed production. *Springer, lentil: An Ancient Crop for Modern Times*, 349-383.
- Boyacı, M. & Yıldız, Ö. (2014). Tarımsal Yayım Örgütlerinde Kurum Kültürü. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51, 125-132.
- Cevher, C. (2015, Eylül). *Buğday çeşitlerinde kalite sorunları ve çözüm yolları: Orta Anadolu örneği* Paper presented at the 11. Tarla Bitkileri Kongresi, Çanakkale.
- Cevher, C. & Altunkaynak, B. (2019, June). *Investigation of socio-economic characteristics of wheat producers on certified seed use: The Case of Ankara Province* Paper presented at the International Conference on Agronomy and Food Science and Technology, İstanbul.
- Comer, S., Ekanem, E., Muhammad, S., Sing, S. P., & Tegegne, F. (1999). Sustainable and conventional farmers: a comparison of socio-economic characteristics, attitude and beliefs. *Journal of Sustainable Agriculture*, 15, 29-45.
- Daldal, N. (2016). *Tarımsal desteklemelere üreticilerin yaklaşımı: Tekirdağ ili örneği*. (Yüksek Lisans Tezi), NKÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi A.D. Tekirdağ, Türkiye.
- Demir, N. (2009). *Destekleme Politikalarının Hayvancılık Sektörü Üzerine Etkilerinin Bölgesel Karşılaştırmalı Analizi*. (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi A. D. Erzurum, Türkiye.
- Erdem, B. (2012). *Trakya bölgesinde buğday, ayçiçeği ve çeltiğin üretim ve pazarlama sorunlarının analizi*. (Doktora Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi A. D. Tekirdağ, Türkiye.
- Erdem, E., & Yücel, A. G. (2015). Türk tarım sektöründe tohumluk kullanımı ve verimlilik ilişkisi üzerine bir uygulama. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 9, 90-106.
- Engin, A. (2015). Seed development of the future of forage crops. *Turkey Seed Industry Association*, 14, 3.
- Gül, H., Gül, M., Acun, S., Türk Aslan, S., Öztürk, A., Kara, B., & Akman, Z. (2015). Tarım İşletmelerinde Buğday Tohumu Kullanımı ve Sorunları: Burdur ve Isparta İlleri Örneği. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3, 732-741.
- Jaffee, S., & Srivastava, J. (1994). The Roles of The Private and Public Sectors In Enhancing The Performance of Seed Systems. *The World Bank Research Observer*, 9, 97-117.
- Hailu, B. K., Abrha, B. K., & Weldegiorgi, K. A. (2014). Adoption and impact of agricultural technologies on farm income: Evidence from southern tigray, Northern Ethiopia. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 2, 91-106.
- Hennessy, T. & O'Brien, M. (2008). Is off-farm income driving on-farm investment? *Journal of Farm Management* 13, 235-246.
- Hazneci, K., & Ceyhan, V. (2017). TR83 Bölgesinde buğday tohumluğu üretiminde teknik etkinlik ve etkinliği belirleyen faktörler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32, 181-188.
- İpekçioğlu, Ş., Bayraktaş, M. S., Büyükhatipoğlu, Ş., & Monis, T. (2014, September). *Şanlıurfa ve Mardin İllerinde Buğday Yetiştiriciliği Yapan Çiftçilerin Çeşit Seçimindeki Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi* Paper presented at the XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Samsun.
- Kaynak, O. & Boz, İ. (2015). Adoption and diffusion of some cotton varieties developed by the east Mediterranean cross region agricultural research institute. *J of Bahri Dagdas Crop Research*, 3, 26-34.
- Kızılaslan, H. (2004). Wheat Dünya'da ve Türkiye'de Buğday Üretimi ve Uygulanan Politikaların Karşılaştırılması. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21, 23-38.

- Kılıçer, K. (2008). Teknolojik yeniliklerin yayılmasını ve benimsenmesini arttıran etmenler. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8, 209-222.
- Kronstad, W. E. (1998). Agricultural development and wheat breeding in the 20th Century. Wheat: Prospects for Ciobalimprovement 1-10.
- La Due, E. L., Miller, L. H., & Kwiatkowski, J. H. (1991). Investment behavior and farm business expansion. *Review of Agricultural Economics*, 13, 73-84.
- Lanteri, S. & Quagliotti, L. (1997). Problems related to seed production in the African region. *Euphytica*, 96, 173-183.
- Laurance, W. F., Sayer, J., & Cassman, K. G. (2014). Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in Ecology and Evolution*, 29, 107-116.
- Mittal, S., & Meher, M. (2016). Socio-economic factors affecting adoption of modern information and communication technology by farmers in India: analysis using multivariate probit model. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 22, 199-212.
- Nakano, Y., Tanaka, Y., & Otsuka, K. (2018). Impact of training on the intensification of rice farming: evidence from rainfed areas in Tanzania. *The journal of the International Association of Agricultural Economics*, 49, 193-202.
- Nazir, A., Li, G., Inayat, S. Iqbal, M. A., Humayoon, A., & Akhtar, S. (2018). Determinants for income diversification by farm households in Pakistan. *The J of Animal and Plant Sci.*, 28, 1163-1173.
- Olgun, M., Erdoğan, S., Kutlu, İ., Ayter, N. G., & Başçiftçi, Z. B. (2012). Buğday (*Triticum aestivum* L.) ve arpanın (*Hordeum vulgare* L.) orta anadolu bölgesi'ndeki üretim potansiyeli. *Ziraat Fakültesi Dergisi - Süleyman Demirel Üniversitesi*, 7, 81-92.
- Osteen, C., Gottlieb, J., & Vasavada, U. (2012). Agricultural resources and environmental indicators. *United States Department of Agriculture, Economic Information Bulletin Number*, 98.
- Prokopy, L. S., Floress, K., Klotthor-Weinkauff, D., & Baumgart-Getts, A. (2008). Determinants of agricultural best management practice adoption: Evidence from the literature. *The Journal of Soil and Water Conservation*, 63, 300-311.
- Rogers, M. E. (2003). *Diffusion of Innovations* (Fifth Ed.). New York, USA.
- Sofijanovska, E., Kletnikoski, P., Dimovska, V., & Dimitrovski, Z. (2012). Comparative economic analysis of wheat production using certified and uncertified seed: The case of ovcepole region in republic of Macedonia. *Scientific works of uft "Food Science, Engineering and Technologies"*, 510, 922-926.
- Şahin, A., Meral, Y., & Can, M. (2013). Türkiye Tohumculuk Sektörünün Analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4, 73-88.
- Şehirli, S. & Özgen, M. (2013). *Plant Breeding*. Ankara, TURKEY: Ankara University, Faculty of Agriculture Publications: 1582, Ankara University Printing.
- Tester, M. & Langridge, P. (2010). Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*, 327, 818-822.
- Topçu, Y. (2008). Çiftçilerin tarımsal destekleme politikalarından faydalanma istekliliğinde etkili faktörlerin analizi: Erzurum ili örneği. *AÜ., Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21, 205-212.
- Tuğay, M. E. (2012). Türk tarımında bitkisel üretimi artırma yolları. *Tarım Bilim. Araş. Der.*, 5, 01-08.
- Yamane, T. (2001). *Temel Örnekleme Yöntemleri*. İstanbul, Türkiye: Literatür Yayıncılık.
- Yağdı, K., Yılmaz, K., Sezer, N., Aydemir T., & Bağcı, S. A. (2010, Ocak). *Türkiye'de tarla bitkileri tohumluk üretimi ve kullanımı ile tohumculuk sisteminin genel değerlendirilmesi* Paper presented at the Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Ankara.
- Yüksel, M. (2009). *Köy-KOP'a üye olan ve süt sığırcılığı yapan işletmeler ile üye olmayıp süt sığırcılığı yapan işletmelerin tarımsal yeniliklerin benimsenmesi açısından karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi A.D. Adana, Turkey.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

Maya Hücreleri (*Saccharomyces cerevisiae*) ile Enkapsüle Edilen Karvakrolün Yapısal, Konformasyonel ve Antiradikal Özelliklerinin Belirlenmesi

Kevser KARAMAN*¹

¹Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 38280, Kayseri, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-0729-6185>

*Sorumlu yazar e-posta: kevserkaraman@erciyes.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 29.11.2019
Kabul: 19.02.2020
Online Yayınlanma 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.666928

Anahtar kelimeler

Antiradikal,
Karvakrol,
Maya hücresi,
Plazmoliz,
S. cerevisiae

Öz: Karvakrol, kekik bitkisinin uçucu bileşenlerinden en çok çalışılan fenolik yapı bir maddedir. Çevresel faktörlere bağlı olarak stabilitesi azalan karvakrolü daha stabil bir ürün haline dönüştürmek için enkapsülasyon tekniğinden faydalanılabilmektedir. Bu çalışmada gıda, ziraat ve ilaç endüstrisinde kullanımı olan karvakrolün maya hücreleri ile biyo-enkapsüle edilmesi ve karakterizasyonu amaçlanmıştır. Maya hücrelerine ön işlem olarak plazmoliz işlemi uygulanmış ve hem plazmoliz olmuş hem de olmamış hücreler ile karvakrol enkapsüle edilmiştir. Plazmolize olmuş ve olmamış maya hücrelerinde tutulan karvakrol oranları plazmolize olmuş maya hücresinde %80.79, plazmolize olmamış maya hücresinde ise %90.43 olarak tespit edilmiştir. Enkapsüllerin toplam fenolik madde miktarları plazmolize olmuş ve olmamış hücre enkapsülleri için sırasıyla 138.1 ve 146.8 mg GAE/g olarak belirlenmiş ve maya enkapsülleri içerisinde plazmoliz olmamış enkapsül (POE), plazmolize enkapsüle (PE) kıyasla daha yüksek antiradikal aktivite sergilemiştir. Ayrıca gerçekleştirilen FTIR tekniği ile karvakrolün maya hücreleri tarafından enkapsülasyonu doğrulanmış ve taramalı elektron mikroskobu ile yapısal özellikleri belirlenmiştir.

Determination of Structural, Conformational and Antiradical Properties of Carvacrol Encapsulated with Yeast Cells (*Saccharomyces cerevisiae*)

Article Info

Received: 29.11.2019
Accepted: 29.02.2020
Online Published 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.666928

Keywords

Antiradical,
Carvacrol,
Yeast cell,
Plasmolysis,
S. cerevisiae

Abstract: Carvacrol is the most studied phenolic substance, one of the essential components of thyme. The encapsulation technique can be used to make more stable carvacrol, which has decreased stability due to environmental factors. In this study, it was aimed to encapsulate and characterize carvacrol, which is used in the food, agriculture and pharmaceutical industry, with yeast cells. Yeast cells were pretreated with plasmolysis and carvacrol was encapsulated with both plasmolysed and non-plasmolysed cells. Carvacrol retained was 80.79% in the plasmolysed yeast cells and it was 90.43% in the non-plasmolysed yeast cell. The total amount of phenolic substances in the capsules was determined as to be 138.1 and 146.8 mg GAE/g for plasmolysed and non-plasmolysed yeast cells capsules respectively and the non-plasmolysed yeast capsules exhibited higher antiradical activity compared to the plasmolysed encapsules (PE). In addition, the encapsulation of carvacrol by yeast cells was proved by FTIR technique and structural properties were determined by scanning electron microscope.

1. Giriş

Uçucu yağlar, hidrodistilasyon, buhar distilasyon, kuru distilasyon veya uygun bir mekanik işlemle (Sangwan ve ark., 2001; Hüsnü ve ark., 2007) bitki ham maddesinden elde edilen uçucu ve yarı uçucu bileşiklerin kompleks karışımlarıdır (Zuzarte ve Salgueiro, 2015; Hüsnü ve ark., 2007). Lamiaceae familyası uçucu bileşikler ihtiva eden çok çeşitli aromatik otlar ile çalılardan oluşan ve başlıca esansiyel yağları taşıyan bitki ailelerinden biridir (Nieto, 2017; Mamadalieva ve ark., 2017). Lamiaceae familyasının en önemli bitkilerinden olan kekik bitkisine ait Türkiye’de *Thymus*, *Origanum*, *Satureja*, *Tymbra* ve *Coridothymus* isimli beş cins bulunmaktadır (Başer ve ark., 1994; Davis, 1982). Bu cinslere ait bitkilerden elde edilen kekik esansiyel yağları, timol ile bir monoterpenik fenol izomeri olan karvakrol bakımından oldukça zengindir (Başer, 2008).

Karvakrol monoterpenoid karakterde sıvı bir fenolik maddedir. Karvakrol, lipofilik özelliklere ve oda sıcaklığında (25 °C) 0.976 g/ml yoğunluğa sahip olup etanol, aseton ve dietil eterde yüksek oranda çözünmektedir. Birçok çalışmada belirtildiği üzere bu bileşik, antibakteriyel ve antifungal (Chavan ve Tupe, 2014; Du ve ark., 2008), antiviral (Gilling ve ark., 2014; Sánchez ve ark., 2015), antioksidan (Aristatle ve ark., 2011; Guimarães ve ark., 2010; Milos ve Makota, 2012) ve antikanserijen (Arunasree, 2010; Ozkan ve Erdoğan, 2012) özelliklere sahiptir. Aroması ve antimikrobiyal aktiviteleri nedeniyle, özellikle gıda endüstrisi için doğal bir gıda koruyucusu olarak birçok çalışmada önerilmiştir (Solórzano-Santos ve Miranda-Novales, 2012; Karaman ve Sağdıç, 2019).

Son zamanlarda, araştırmacılar yapısı ve besinsel yararları nedeniyle kapsülleme alanında yeni taşıyıcı materyal olarak maya hücrelerinin kullanımı ile ilgilenmektedir. Bu araştırmacılar enkapsülasyon amacıyla maya hücrelerinin kullanılmasının farklı avantajlarını vurgulamışlardır. Resveratrol (Shi ve ark., 2008), uçucu yağlar (Bishop ve ark., 1998), klorojenik asit (Shi ve ark., 2007), kurkumin (Paramera ve ark., 2011) ve doğal mikro veziküller olarak enzimler (Chow ve Palecet, 2004) gibi hem suda çözünen hem de çözünmeyen moleküller için çeşitli gıda bileşenlerinin kapsüllemesinde maya hücreleri kullanılmıştır. Yine benzer olarak Czerniak ve ark. (2015), maya hücrelerini biyokapsül olarak kullanarak ringa balık yağının oksidatif stabilitesini başarıyla geliştirmiştir. Diğer tekniklere kıyasla, maya hücrelerinde kapsülleme nispeten basit prosedür gerektirir ve işleme sırasında maya, su ve sıvı çekirdek bileşenlerinden başka hiçbir ilave materyale gerek duyulmaz (Bishop ve ark., 1998). Ticari maya mikrokapsülleri, nanometre kalınlığındaki güçlü ve elastik hücre duvarlarına sahip mikrometre boyutunda elipsoidlerdir. Kapsüllemiş aktif maddenin salınım mekanizması, su aktivitesi ve sıcaklık ile kontrol edilmektedir (Normand ve ark., 2005). Bugüne kadar, kapsülleme öncesinde bazı çalışmalarda maya hücresi ön muamelesi için sodyum klorür kullanılarak plazmoliz işlemi denenmiştir (Paramera ve ark., 2011, Shi ve ark., 2007, Shi ve ark., 2008). Plazmoliz işlemi ile hücre içi materyal boşaltılarak maya hücresi tam bir enkapsül gibi kullanılabilir.

Bu çalışmada uçuculuğu sebebiyle ilave edildiği ortamda stabilitesi düşük olan karvakrol, hem plazmolize edilmiş hem de plazmoliz olmamış maya hücreleri ile enkapsüle edilmiş ve elde edilen enkapsüllerin konformasyonel ve yapısal özellikleri ile antiradikal aktiviteleri karakterize edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak kullanılan maya hücresi ekmek mayası olarak satılan *Saccharomyces cerevisiae* olup yerel piyasadan yaş maya şeklinde satın alınmıştır. Enkapsüle edilen karvakrol ise Sigma Aldrich (Saint Louis, MO, ABD)’den temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Maya hücrelerinin ön işlemi

Enkapsülasyon işlemi öncesi, 170 g maya hücresi fosfat tamponu (pH 6.8) ile yıkanmış ve daha sonra santrifüjleme ile (10 dakika boyunca 3984 x g) toplanmıştır. Ardından distile su ile yıkama prosedürü beş kez tekrarlanmış ve daha sonra yıkanmış hücreler dondurularak kurutulmuştur (plazmolize olmayan hücreler). Aynı prosedür, hücrelerin %10 sodyum klorür (NaCl) çözeltisi içeren

şişelerde süspansiyon edildiği plazmolize hücrelerin hazırlanması için de takip edilmiştir. Şişeler, çalkalayıcıda 55 °C ve 180 rpm'de 48 saat süreyle çalkalanmıştır. Plazmolize hücreler, santrifüjleme (10 dakika boyunca 3984 x g) ile elde edilmiş, daha sonra hücre kalıntılarını ve NaCl'ü elemine etmek için beş kez deiyonize su ile yıkanmış ve dondurularak kurutulmuştur.

2.2.2. Karvakrolün maya hücresi ile enkapsülasyonu

Plazmolize olmuş ve olmamış maya hücrelerine (3 g), karvakrol (3 g) (Sigma Aldrich, Saint Louis, MO, ABD) ve 4 ml saf su ilave edilmiş ve karışım, 45 ± 1 °C'de 4 saat karıştırılmıştır. Kapsüllenmiş örnekler saf su ile yıkanmış ve kapsüllenmemiş karvakrolü uzaklaştırmak için 10 dakika boyunca 3000 rpm'de santrifüj işlemi uygulanmıştır. Bu şekilde plazmolize enkapsül (PE) ve plazmoliz olmamış enkapsül (POE) şeklinde örnekler üretilmiştir. Kapsüllenmiş maya hücreleri -20 °C'de dondurulmuş ve daha sonra liyofilizatörde (Christ Freeze-Dryers, Osteode, Almanya) kurutulmuştur. Üretilen kapsüller -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

2.2.3. Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi (GC-MS) ile uçucu bileşen analizi

Örneklerde uçucu bileşen analizi için, HP-5 MS kapiler kolon (30 m x 0.25 µm) ve HP 5973 kütle selektif dedektöre sahip Shimadzu QP2010 Ultra GC-MS (Gaz Kromatografisi Kütle Spektrometresi, Japonya) cihazı kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyumdan yararlanılmış, akış oranı 1 mL/dk ve enjektör sıcaklığı 220 °C, MS transfer sıcaklığı ise 290 °C'ye ayarlanmıştır. Kolon sıcaklığı ilk 3 dk için 50 °C'ye, ardından 3 °C/dk'lık artışlarla 150 °C'ye yükseltilmiş ve bu sıcaklıkta 10 dk tutulduktan sonra 250 °C'ye yükseltilmiştir. Splitless yöntemde 1.0 µl seyreltilmiş örnekler (1/100 metanol, v/v) otomatik olarak enjekte edilmiştir. Bileşenlerin karakterizasyonu elektronik kütüphaneler (Flavor2.L, Wiley7n.l ve NIST98.L) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.4. Örneklerin toplam fenolik madde ve antiradikal aktivitelerinin belirlenmesi

2.2.4.1. Maya hücresi ve enkapsüllerin ekstraksiyonu

Örneklerin toplam fenolik madde ve antiradikal aktivitelerini belirleyebilmek amacıyla, karvakrol yüklenmiş (PE ve POE) örnekler ile karvakrol yüklenmemiş maya hücreleri (Plazmoliz maya (PM) ve plazmoliz olmamış maya (POM)) ilk olarak ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Bu amaçla yaklaşık 0.5 g örnek hassas bir şekilde tartılmış ve sonrasında 5 ml metanol (Merck, Almanya) ilave edilen örnekler 1 dk süreyle vorteks ile karıştırılmıştır. Daha sonra oda sıcaklığında çalkalamalı su banyosu ile 30 dk süreyle ekstraksiyona tabi tutulan örneklere 9000 g'de +4 °C sıcaklıkta 5 dk süreyle santrifüj işlemi uygulanmıştır. Ardından süpernatant 0.45 µm şırınga filtre yardımıyla süzülmesi ve süzülen kısım toplam fenolik madde ve antiradikal aktivite testlerinde kullanılmıştır.

2.2.4.2. Toplam fenolik madde

Örneklerin toplam fenolik madde miktarları Singleton ve Rossi (1965) tarafından önerilen yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. Bu amaçla 200 µl örnek, 1800 µl su ile karıştırılmış ve ardından örneklere 1 ml Folin Ciocalteu reaktifi (1/10 oranında seyreltilmiş) eklenmiştir. Son olarak 2 ml sodyum karbonat (%2, w/v) ilavesi yapılmış ve sonrasında örnekler ağızları sıkıca kapatılarak oda sıcaklığında ve karanlık ortamda 2 saat süreyle inkübe edilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorbans değerleri 765 nm'de UV-Vis spektrofotometre (Shimadzu, Japonya) ile okunmuş ve sonuçlar gallik asit standardı kullanılarak oluşturulmuş olan kalibrasyon eğrisi ile mg GAE/g örnek olarak hesaplanmıştır. Ölçümler dört paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.2.4.3. DPPH radikali süpürme aktivitesi

Örneklerin DPPH (1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) radikali süpürme aktivitesi Moreno ve ark. (1998) ile Brand-Williams ve ark. (1995) tarafından önerilen metot yardımıyla tespit edilmiş ve örnekleri birbiriyle kıyaslayabilmek amacıyla da EC₅₀ değerleri hesaplanmıştır. Bu bağlamda belli

oranlarda seyreltilen örneklerden 100 µl alınmış ve 3900 µl DPPH solüsyonu (0.1 mM) ile karıştırılmıştır. Ağzuları sıkıca kapatılan örnekler 30 dk süreyle karanlık ortamda ve oda sıcaklığında inkübe edildikten sonra 517 nm dalga boyunda UV-Vis spektrofotometre (Shimadzu, Japonya) ile absorbans değerleri okunmuş ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak (Denklem 1) her bir seyreltme oranına ait % inhibisyon değeri tespit edilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{(\text{Abs}_{\text{Kontrol}} - \text{Abs}_{\text{Ekstrakt}})}{\text{Abs}_{\text{Kontrol}}} \quad (1)$$

Her bir seyreltme oranına karşılık gelen % inhibisyon değerleri belirlendikten sonra her bir örnek için ortamda süpürülmemiş DPPH miktarları da tespit edilmiş ve bu amaçla aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Denklem 2).

$$\text{DPPH}_{\text{Kalan}}(\text{mg/ml}) = [37.92 \times \text{Abs}_{517} + 0.27] \times 1000 \quad (R^2 = 0.997) \quad (2)$$

% Kalan DPPH oranı ise reaksiyon sonunda kalan DPPH miktarının başlangıçtaki oranına bölünmesiyle hesaplanmıştır (Denklem 3).

$$\% \text{ DPPH}_{\text{Kalan}} = \frac{[\text{DPPH}]_t}{[\text{DPPH}]_{t=0}} \quad (3)$$

EC₅₀ değeri başlangıçta mevcut DPPH radikal miktarının %50'sini süpürmek amacıyla gerekli olan enkapsül ya da karvakrolden alınan toplam fenolik madde miktarını ifade etmekte olup, süpürülmeden kalan DPPH radikal miktarı ile örnekten elde edilen toplam fenolik madde miktarı kullanılarak hazırlanan lineer regresyon eğrisi vasıtasıyla hesaplanmıştır. Tüm ölçümler dört paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.2.4.4. ABTS⁺ radikali süpürme aktivitesi

ABTS⁺ (2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonik asit) radikali süpürme aktivitesi Wettasinghe ve ark. (2002)'nin uyguladığı yönteme göre belirlenmiştir. Bu amaçla, ABTS⁺ radikali oluşturmak maksadıyla 7 mmol ABTS⁺, bir miktar suda çözülmüş ve 2.45 mmol potasyum persülfat ile ilgili hacme tamamlanmıştır. Karışım daha sonra oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda 16 saat süreyle koyu mavi renk oluşana kadar bekletilmiştir. Koyu mavi renkli bu çözelti, fosfat tamponu ile (pH 7.4) absorbans değeri 734 nm'de 0.700±0.10 olana kadar seyreltilmiştir. Daha sonra seyreltilmiş bu çözeltiden 2 ml (ABTS⁺ çözeltisi) alınarak 75 µl uygun oranlarda seyreltilmiş örnek ile karıştırılmış ve 6 dk süreyle oda şartlarında ve karanlık ortamda inkübasyona bırakılan örneklerin absorbans değerleri UV-Vis spektrofotometre (Shimadzu, Japonya) ile 734 nm'de belirlenmiştir. Örneklerin süpürme gücü sonucunda ABTS⁺ radikal kationundaki azalma yüzde olarak hesaplanmış (Denklem 4) ve sonuçlar Trolox ile oluşturulmuş olan kalibrasyon eğrisi kullanılarak µg Trolox/g örnek olarak verilmiştir. Yapılan tüm ölçümler dört tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon} = \frac{(\text{Abs}_{\text{Kontrol}} - \text{Abs}_{\text{Ekstrakt}})}{\text{Abs}_{\text{Kontrol}}} \quad (4)$$

2.2.5. Örneklerin konformasyonel ve yapısal özelliklerinin belirlenmesi

2.2.5.1. Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) ile konformasyonel karakterizasyon

IR spektrumu ve yapıdaki bağların durumu, hem boş hem de yüklü maya hücresi yapılarının bağlanma yerleri Perkin Elmer 400 FT-IR Spektrometre Spotlight 400 Görüntüleme Sistemi (Fransa) kullanılarak izlenmiş ve spektrumlar karşılaştırılmıştır.

2.2.5.2. Taramalı Elektron Mikroskopisi (SEM) ile kapsüllerin yapısal karakterizasyonu

Hem dondurularak kurutulmuş mikrokapsüllerin hem de boş maya hücrelerinin yüzey ve mikroyapısını izlemek için Taramalı Elektron Mikroskop sistemi (LEO 440 Bilgisayar Kontrollü Dijital Taramalı Elektron Mikroskobu, Zeiss, Oberkochen, Almanya) kullanılmıştır. Numuneler püskürtme

cihazı kullanılarak iletken bir tabaka (Au-Pd) ile kaplanmış ve bu aşamada vakum altına alınarak kurutulduktan sonra görüntüleme işlemi başlatılmıştır. Örnekler, 50X, 100X, 1000X ve 3000X gibi farklı büyütme oranlarıyla 5 kV'luk bir hızlanma geriliminde çalışılırken analiz edilmiştir.

2.2.6. İstatistiksel analizler

Çalışma kapsamında elde edilen verilerin birbiri ile kıyaslanması amacıyla SAS istatistiksel paket programı kullanılmıştır. Tek faktör varyans analiz yöntemi ile varyans analizine tabi tutulan veriler arasındaki farklılık Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiş ve bu bağlamda manidarlık düzeyi olarak $\alpha=0.05$ hata değeri dikkate alınmıştır.

3. Bulgular

3.1. Örneklerin aromatik bileşen kompozisyonu

Plazmoliz olmuş ve karvakrol yüklenmiş maya hücreleri ile yükleme yapılmamış boş hücrelerin majör aromatik bileşen kompozisyonları GC-MS ile belirlenmiş ve Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Mikrokapsüllerin ve maya hücrelerinin majör uçucu bileşen miktarları

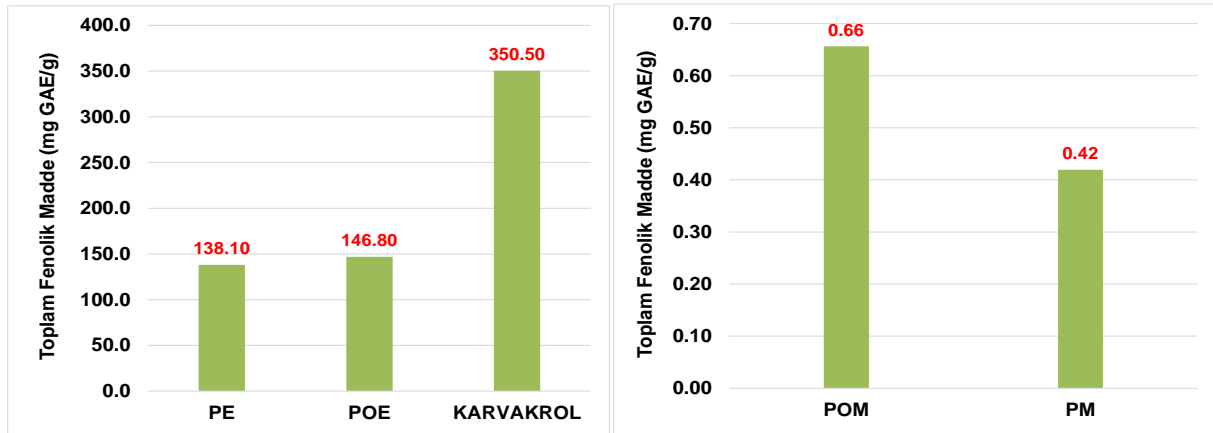
| Örnek tipi | Bileşen ismi | Alıkonma zamanı (dk) | Oran (%) |
|-------------------------------------|--|----------------------|----------|
| Karvakrol | Karvakrol (Phenol,5-methyl-2-(1-methylethyl) | 9.23 | 96.96 |
| | Karvakrol (Phenol,5-methyl-2-(1-methylethyl) | 9.03 | 80.79 |
| Plazmoliz olmuş maya enkapsülleri | Cis-9-Hekzadekanoik asit | 23.41 | 9.38 |
| | 9-Oktadekanoik asit | 23.65 | 4.72 |
| | Oktadekanoik asit 2,3 dhidroksipropil ester | 29.03 | 1.09 |
| | Karvakrol (Phenol,5-methyl-2-(1-methylethyl) | 9.02 | 90.43 |
| Plazmoliz olmamış maya enkapsülleri | Cis-9-Hekzadekanoik asit | 22.97 | 1.04 |
| | 11- Oktadekanoik asit metil ester | 25.99 | 1.04 |
| | 9-Octadekanoik asit | 26.21 | 0.06 |
| | Heptadekan-8-karbonik asit | 26.97 | 3.82 |
| Plazmoliz olmuş maya hücreleri | 2-Pirolidinon | 3.68 | 2.35 |
| | Dekanoik asit | 9.98 | 1.69 |
| | L-Prolin metil ester | 10.37 | 1.58 |
| | 9-Hekzadekanoik asit metil ester | 22.24 | 14.98 |
| | Hekzadekanoik asit metil ester | 22.66 | 6.64 |
| | Cis-9-Hekzadekanoik asit | 23.10 | 14.33 |
| | n-Hekzadekanoik asit | 23.46 | 8.22 |
| | 9-Oktadekanoik asit | 26.10 | 20.05 |
| | 10-Oktadekanoik asit | 26.21 | 2.00 |
| | Metil stearat | 26.57 | 3.09 |
| | Heptadekan-8-karbonik asit | 26.88 | 11.78 |
| | Oktadekanoik asit | 27.28 | 3.02 |
| | Fumarik asit | 29.06 | 5.85 |
| | Oktanoik asit | 29.41 | 1.48 |
| Plazmoliz olmamış maya hücreleri | Cis-9-Hekzadekanoik asit | 23.55 | 29.09 |
| | Etil-9-Hekzadekanoat | 23.65 | 3.32 |
| | n-Hekzadekanoik asit | 23.86 | 11.35 |
| | Hekzadekanoik asit etil ester | 24.05 | 1.59 |
| | Metil stearat | 26.44 | 1.22 |
| Plazmoliz olmamış maya hücreleri | 9-Oktadekanoik asit | 27.24 | 25.71 |
| | Oktadekanoik asit | 27.51 | 9.73 |
| | Palmitaldehit | 28.38 | 2.00 |

Standart madde olarak kullanılan karvakrolün %96.96 oranında saf Phenol,5-methyl-2-(1-methylethyl) yapısında olduğu görülmüş ve maya hücresi içerisinde kapsüllenen karvakrolün yüksek

safılıkta olduğu gözlenmiştir. Plazmolize olmuş ve olmamış maya hücreleri farklı oranda karvakrol tutmuş ve tutulan karvakrol oranları plazmolize olmuş maya hücrelerinde %80.79, plazmolize olmamış maya hücrelerinde ise %90.43 olarak tespit edilmiştir. Maya hücrelerinin spesifik yağ asitlerinden biri olan cis-9-hekzadekanoik asit (Blagović ve ark., 2005) plazmoliz olmamış ve karvakrol yüklü maya hücrelerinde %9.38 oranında belirlenmişken, bu değer plazmoliz işlemi sonrasında elde edilen karvakrol yüklü maya hücrelerinde stoplazmik içeriğin boşaltılmış olması sebebiyle %1.04 olarak tespit edilmiştir. Karvakrol yüklemesi yapılmamış maya hücrelerinde ise bu yağ asidi değeri plazmoliz maya için %14.33, plazmoliz olmamış maya hücreleri için ise %29.09 olarak tespit edilmiştir. Aynı şekilde 9-oktadekanoik asit maya hücrelerinde yer alan diğer bir major yağ asidi olup, bütün maya hücrelerinde tespit edilmiştir. Karvakrol yüklemesi yapılmamış maya hücrelerinde daha yüksek oranda belirlenmiş olup, enkapsül oluşturan maya hücrelerinde miktarı düşmüş, plazmoliz işlemi ile ilgili yağ asidinin konsantrasyonunda azalma meydana gelmiştir.

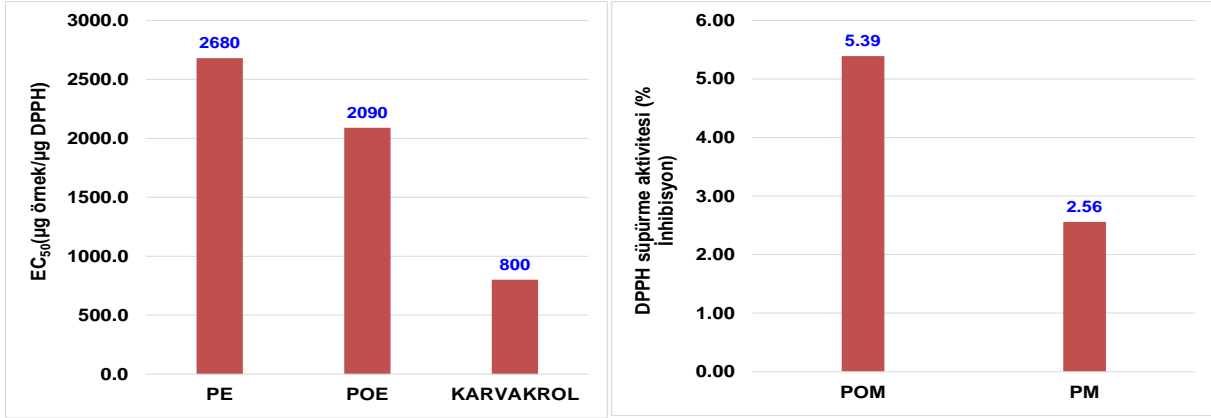
3.2. Örneklerin toplam fenolik madde içeriği ve antiradikal aktivitesi

Maya hücresi ile enkapsüle edilmiş karvakrolün özellikle antiradikal aktivitesinin ne derece taşıdığı ve kapsül formun kontrol grubu karvakrol bileşiğine nazaran ne kadar etkin bir biyoaktivite sergilediğini tespit edebilmek amacıyla örneklerde toplam fenolik madde miktarı ile antiradikal kapasite analizleri yapılmıştır. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları Şekil 1’de gösterilmiştir. Maya hücresi ile hazırlanmış enkapsüllerin toplam fenolik madde miktarları plazmolize olmuş ve olmamış hücre enkapsülleri için sırasıyla 138.1 ve 146.8 mg GAE/g örnek olarak belirlenmiştir. Karvakrol için ise toplam fenolik madde miktarı 350.5 mg GAE/g olarak hesaplanmıştır. Karvakrol yüklenmemiş boş maya hücreleri için de toplam fenolik madde miktarı belirlenmiş ve bu değerler de plazmoliz maya hücresi (PM) ve plazmoliz olmamış maya hücresi (POM) için sırasıyla 0.42 ve 0.66 mg GAE/g örnek olarak tespit edilmiştir.



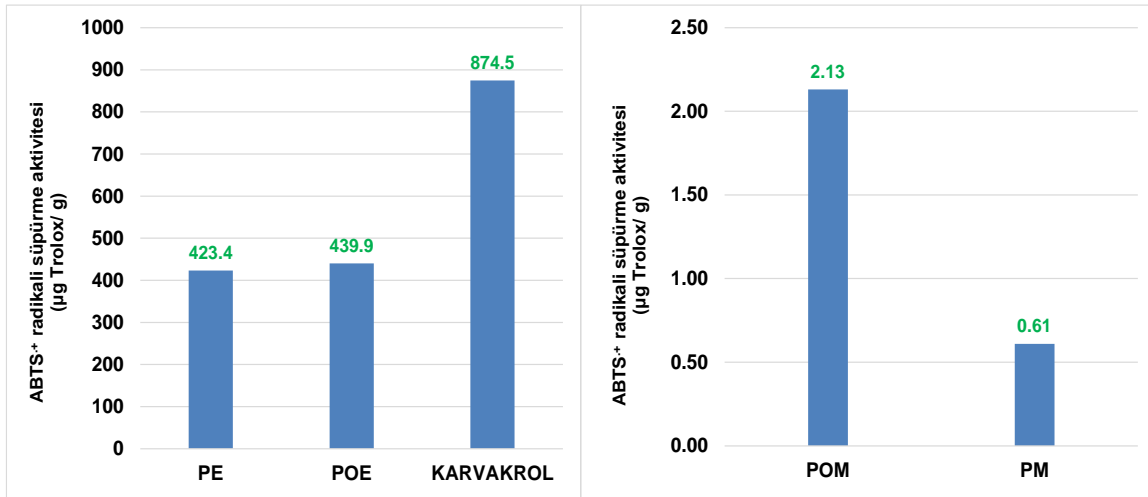
Şekil 1. Karvakrol yüklenmiş enkapsüllerin ve yükleme yapılmamış maya hücrelerinin toplam fenolik madde içerikleri. PE: Plazmoliz enkapsül, POE: Plazmoliz olmamış enkapsül, PM: Plazmoliz maya, POM: Plazmoliz olmamış maya.

Görüldüğü üzere boş maya hücreleri ile kıyaslandığında önemli miktarda karvakrol maya hücreleri ile enkapsüle edilmiştir. Plazmoliz işlemi örneklerin karvakrol tutma etkinliği üzerinde de etkili olmuş ve her iki maya hücresi arasındaki toplam fenolik madde miktarlarındaki farklılık istatistiksel olarak da önemli bulunmuş ve plazmolize olmamış maya hücrelerinin toplam fenolik madde miktarı bakımından daha zengin olduğu gözlenmiştir ($p < 0.05$).



Şekil 2. Karvakrol yüklenmiş enkapsüllerin EC₅₀ değerleri ile yükleme yapılmamış maya hücrelerinin DPPH radikali % inhibisyon oranları. PE: Plazmoliz enkapsül, POE: Plazmoliz olmamış enkapsül, PM: Plazmoliz maya, POM: Plazmoliz olmamış maya.

Maya hücrelerinin ve karvakrolün biyoaktif performansı DPPH ve ABTS⁺ radikali süpürme aktivitesi testleri ile belirlenmiştir. Örneklerin DPPH radikali süpürme aktiviteleri kapsül örnekleri için EC₅₀ değeri olarak, boş maya hücresi örnekleri için ise % inhibisyon olarak belirlenmiş ve Şekil 2’de gösterilmiştir. Karvakrol yüklenmiş maya hücreleri hapsettikleri karvakrol bileşiği sayesinde önemli düzeyde radikal yakalama aktivitesi göstermiştir. Bu aktivite, hem maya hücrelerinin plazmolize olup olmamasına hem de maya hücrelerinin yüklenmiş olup olmamalarına göre önemli farklılıklar sergilemiş olup bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Plazmolize olmuş karvakrol yüklü maya hücresi EC₅₀ değeri 2680 µg örnek/g DPPH, plazmolize olmamış hücre için ise 2090 µg örnek/g DPPH olarak hesaplanmıştır. Bu değer karvakrol bileşiği için ise 800 µg örnek/g DPPH olarak tespit edilmiştir. Karvakrol yüklemesi yapılmamış maya hücrelerinin DPPH süpürme aktiviteleri arasında da plazmoliz işlemi önemli bir etki göstermiş ($p < 0.05$) ve plazmoliz olmuş hücreler daha düşük % inhibisyon değeri sergilemiştir. Karvakrol ile yüklenmiş maya hücrelerinin EC₅₀ değerleri ile ilgili maya hücrelerinin sahip olduğu karvakrol miktarları arasında negatif ve önemli bir korelasyon olduğu gözlenmiştir ($r = -0.949$, $p < 0.05$); karvakrol miktarı arttıkça örneklerin EC₅₀ değerlerinde düşüş gözlenmiştir.



Şekil 3. Karvakrol yüklenmiş enkapsüllerin ABTS⁺ radikal süpürme aktiviteleri. PE: Plazmoliz enkapsül, POE: Plazmoliz olmamış enkapsül, PM: Plazmoliz maya, POM: Plazmoliz olmamış maya.

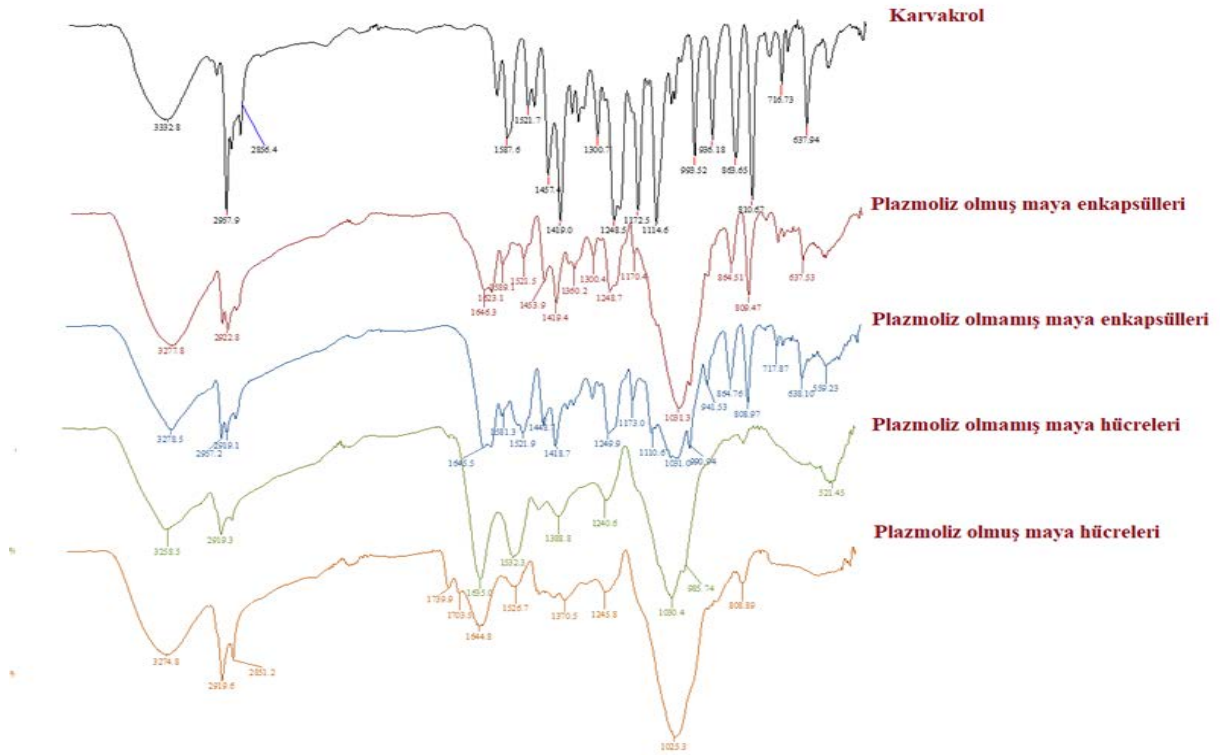
Örneklerin ABTS⁺ radikali süpürme aktivitesi ise Şekil 3’te gösterilmiştir. DPPH radikali süpürme aktivitesi değerlerine benzer şekilde, en yüksek ABTS⁺ radikali süpürme aktivitesi karvakrol

bileşiminde belirlenirken (874.5 µg Trolox/g), maya enkapsülleri içerisinde plazmoliz olmamış enkapsül (POE), plazmolize enkapsüle (PE) kıyasla daha yüksek antiradikal aktivite sergilemiştir. Boş maya hücreleri de aynı şekilde karvakrol yüklü hücelere nazaran çok düşük bir antiradikal aktivite sergilemiş olup, plazmolize olmamış maya (POM), plazmolize maya hüresine nazaran daha yüksek bir antiradikal aktivite göstermiştir ($p<0.05$). Örneklerin ABTS⁺ ve DPPH radikali süpürme aktiviteleri (EC₅₀) arasında negatif ve önemli bir korelasyon belirlenmişken ($r=-0.961$, $p<0.05$), toplam fenolik madde miktarı ile antiradikal aktivite değerleri arasında da pozitif ve önemli bir korelasyon varlığı tespit edilmiştir ($r=0.996$, $p<0.05$). Yine aynı şekilde örneklerin ABTS⁺ radikali süpürme aktivitesi ile enkapsüllerin taşıdıkları karvakrol miktarları arasında pozitif ve önemli bir korelasyon ($r=0.824$, $p<0.05$) olduğu gözlenmiştir.

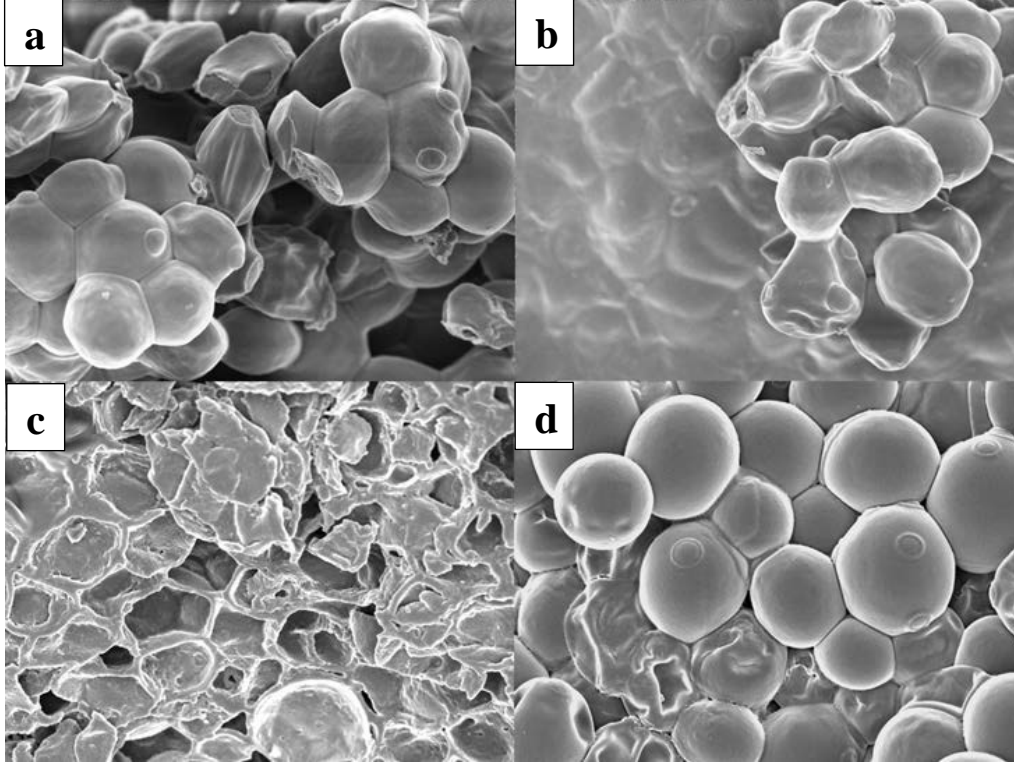
3.3 Örneklerin konformasyonel ve yapısal özellikleri

Şekil 4'te hem karvakrole hem de enkapsül ve boş maya hücrelerine ait FTIR spektrumları gösterilmiştir. Spektrum profili, karvakrolün maya hücreleri tarafından kapsüllemesini doğrulamaktadır. 1300-1000 cm⁻¹'deki pikler fenol grubuna karşılık gelen C-O titreşimlerine atfedilmektedir (Pavia ve ark., 2008). Enkapsüllerde görülen bu piklerde yoğunluk, karvakrolün kapsüllemesi sebebiyle oluşmuştur. 860 cm⁻¹'den daha düşük gerilim titreşimleri benzene (aromatik halka) karşılık gelmektedir ve boş maya hücrelerinde bu piklerin görülmemesi yine karvakrolün enkapsülasyonunu doğrulamaktadır (Pavia ve ark., 2008).

Galichet ve ark. (2001) ve Burattini ve ark. (2008) yaklaşık 1026 cm⁻¹'deki bileşen bantlarının esas olarak β-glukanlarla (β (1 → 4)) ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada söz konusu bantların karvakrol hariç diğer örneklerin spektrumlarında elde edildiği görülmektedir ve β-glukanın maya hücre duvarında bulunan majör bileşen olması bu durumun ortaya çıkmasını sağlamıştır. Şekil 5, hem boş maya hücrelerinin (plazmoliz olmuş ve olmamış) hem de üretilen enkapsüllerin taramalı elektron mikroskop görüntülerini göstermektedir. Şekil 5c'de plazmolizin maya hücreleri üzerinde meydana getirdiği deformasyon görünmekte, Şekil 5d'de düzgün yüzeyli maya hücreleri gözlenmektedir. Bununla birlikte Şekil 5a'da plazmolize rağmen enkapsül üretimine bağlı olarak maya hücrelerinin elips formunu koruduğu söylenebilmektedir.



Şekil 4. Mikrokapsüllerin ve maya hücrelerinin FTIR spektrumları.



Şekil 5. Mikrokapsüllerin ve maya hücrelerinin SEM görüntüleri (a: plazmoliz olmuş maya enkapsülleri, b: plazmoliz olmamış maya enkapsülleri, c: plazmoliz olmuş maya hücreleri d: plazmoliz olmamış maya hücreleri).

4. Tartışma ve Sonuç

Enkapsülasyon, aktif bileşiklerin çevresel faktörler karşısında stabilitesini muhafaza etmek amacıyla fazlaca başvurulan önemli bir kaplama tekniğidir. Maya hücreleri sahip oldukları hücresel özellikler sebebiyle aktif bileşiklerin kapsüllemesinde etkili bir şekilde kullanılabilmekte ve çok farklı biyoaktif bileşikler maya hücresi içerisine hapsedilerek muhafaza edilebilmektedir. Ciamponi ve ark. (2012) maya hücrelerinin, çeşitli aktif maddelerin mikrokapsülasyonu için biyoyumlu ve biyolojik olarak bozunabilir materyaller olduğunu belirtmişlerdir. Nelson ve ark. (2006), maya ile kapsüllemenin, bilinen tüm mikrokapsülleme teknolojilerine karşı daha uygun maliyetli olduğunu savunmuşlardır.

Karaman (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, çörek otu yağı maya hücresi ile enkapsüle edilmiş ve maya hücresi için uygulanan plazmoliz işleminin son ürün biyoaktivitesi üzerinde etkili olduğu ve plazmolize olmuş maya hücresi ile üretilen enkapsüllerin daha yüksek timokinon içerdiği ifade edilmiştir. Ancak, plazmolize edilerek kapsülleme yapılan maya hücreleri, plazmoliz olmamış olanlara nazaran daha düşük antiradikal aktivite sergilemiştir. Plazmoliz işlemi maya hücresinin osmoz sebebiyle hücre içi sitoplazmik materyalin atılmasına yol açması sebebiyle, plazmolize hücre daha fazla materyal kapsülleyebilmekte; ancak bu durumda hücre içi materyalin sahip olduğu biyoaktif etki kaybolmaktadır. Hassan (2011) yaş ekmek mayasının oldukça kuvvetli antioksidan ve antiradikal etki gösterdiğini bildirmiş, bu durumun da hücre içi glutasyon miktarı, bazı Maillard reaksiyon ürünleri ve sülfür içeren aminoasitlerden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Soomer ve Jamieson, 1996). Kavosi ve ark. (2018) semizotu çekirdeği yağını maya hücresi ile enkapsüle ettikleri bir çalışmada, maya hücresinin plazmoliz işlemi ile hücre içi materyalinin boşaltılması neticesinde daha fazla yağ enkapsüle edilebildiğini, bu bağlamda plazmoliz hücrenin enkapsülasyon etkinliğinin %60.27, plazmoliz olmamış hücrenin ise %52.96 olarak hesaplandığını ifade etmişlerdir. Diğer taraftan Salari ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada plazmoliz işleminin maya hücresi yapısında ve özelliklerinde değişikliklere neden olmasına rağmen, hücrelerde berberin etken maddesinin yükünü arttırmadığını tespit etmişlerdir.

Mevcut çalışmada da kuvvetli bir antioksidan bileşik olan karvakrol, uçucu olması ve bu sebeple çevresel koşullardan hızlıca etkilenmesi sebebiyle maya hücresi içerisinde kapsüllemiş ve üretilen

kapsüllerin biyoaktif, konformasyonel ve yapısal karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Maya hücrelerinde plazmoliz işleminin etkisi de araştırılmış ve karvakrol plazmolize olmuş ve olmamış maya hücreleri ile ayrı ayrı enkapsüle edilmiştir. Plazmolize olmuş maya hücreleri karvakrolü oldukça iyi bir şekilde hapsetmiş olsa da plazmolize olmayan maya hücreleri daha fazla oranda karvakrol tutmuş ve bu sebeple daha yüksek antiradikal aktive sergilemiştir. Plazmoliz birçok çalışmada mayanın ön işlenmesinde kullanılmış ve bu yolla enkapsülasyonda verimlilik artırılmaya çalışılmıştır. Pham-Hoang ve ark. (2013) plazmoliz işleminin enkapsülasyon verimliliği üzerine etkisinin çeşitli olduğunu ancak enkapsülasyon etkinliğinin asıl olarak kapsüllenmiş molekülün hidrofobikliğine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Shi ve ark. (2007) polar klorojenik asit için iki kat daha yüksek bir enkapsülasyon etkinliği gözlemlerken, Paramera ve ark. (2011), plazmolize hücreler için daha hidrofobik olan kurkumin'in kapsüllenmesinde bir gelişme gözlemlenmemişlerdir.

Kavetsou ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada maya hücreleri içerisinde *Mentha pulegium* esansiyel yağını kapsüllemişler ve böcek zararlısı *Myzus persicae*'ye karşı bir pestisit olarak değerlendirilmesi için yeşil bir yaklaşım sunmuşlardır. Kapsüllemenin uçucu yağın böcek öldürücü aktivitesini 3 gün uzattığını ve ekmek mayasının insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi bulunmadığından biyopestisit formülasyonlarında kullanımının yasal kısıtlamalara uyumlu olacağını bildirmişlerdir. Plavcova ve ark. (2019) maya glukoz partikülleri ile kurkumin aktif bileşiğinin biyolojik etkisinin artırılması üzerine çalışmalar yapmışlar ve elde ettikleri sonuçlar ile kurkumin kompozitlerinin nihayetinde inflamatuvar hastalıkların tedavisinde kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir. Tüm bu araştırmalar gıda, ziraat ve farmasötik uygulamalarında maya hücreleri ile yapılan düşük stabiliteli hem uçucu yağ hem de fenolik bileşik gibi maddelerin enkapsüllerinin biyoyararlanımını artırmak için kullanılabilmesini ortaya koymaktadır. Mevcut çalışma ile de karvakrolün maya hücreleri ile enkapsülasyonu sayesinde gıda, ziraat, ilaç ve tekstil endüstrisi gibi alanlarda yer alan bazı formülasyonlarda kullanılabilir, biyoaktivitesi korunmuş ve diğer enkapsülasyon tekniklerine nazaran daha düşük maliyetli enkapsül üretimi ortaya konmuştur.

Kaynakça

- Aristatile, B., Al-Numair, K. S., Al-Assaf, A. H., & Pugalendi, K. V. (2011). Pharmacological effect of carvacrol on D-galactosamine-induced mitochondrial enzymes and DNA damage by single-cell gel electrophoresis. *Journal of Natural Medicines*, 65(3-4), 568-577.
- Arunasree, K. M. (2010). Anti-proliferative effects of carvacrol on a human metastatic breast cancer cell line, MDA-MB 231. *Phytotherapy Research*, 17(8-9), 581-588.
- Bishop, J. R. P., Nelson, G., & Lamb, J. (1998). Microencapsulation in yeast cells. *Journal of Microencapsulation*, 15(6), 761-773.
- Blagović, B., Mesarić, M., Marić, V., & Rupčić, J. (2005). Characterization of lipid components in the whole cells and plasma membranes of baker's yeast. *Croatica Chemica Acta*, 78(3), 479-484.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Burattini, E., Cavagna, M., Dell'Anna, R., Malvezzi Campeggi, F., Monti, F., & Rossi, F. A. (2008). FTIR microspectroscopy study of autolysis in cells of the wine yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Vibrational Spectroscopy*, 47, 139-147.
- Chavan, P. S., & Tupe, S. G. (2014). Antifungal activity and mechanism of action of carvacrol and thymol against vineyard and wine spoilage yeasts. *Food Control*, 46, 115-120.
- Chow, C., Palecet, P. (2004) Enzyme encapsulation in permeabilized *Saccharomyces cerevisiae* cells. *Biotechnology Progress*, 20, 449-456.
- Ciamponi, F., Duckham, C., & Tirelli, N. (2012). Yeast cells as microcapsules. Analytical tools and process variables in the encapsulation of hydrophobes in *S. cerevisiae*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 95, 1445-1456
- Czerniak, A., Kubiak, P., Białas, W., & Jankowski, T. (2015). Improvement of oxidative stability of menhaden fish oil by microencapsulation within biocapsules formed of yeast cells. *Journal of Food Engineering*, 167, 2-11.
- Galichet, A., Sockalingum, G.D., Belarbi, A., & Manfait M. (2001). FTIR spectroscopic analysis of *Saccharomyces cerevisiae* cell walls: study of an anomalous strain exhibiting a pink-colored cell phenotype. *FEMS Microbiological Letters*, 197(2), 179-186.

- Gilling, D. H., Kitajima, M., Torrey, J. R., & Bright, K. R. (2014). Antiviral efficacy and mechanisms of action of oregano essential oil and its primary component carvacrol against murine norovirus. *Journal of Applied Microbiology*, *116*(5), 1149-1163.
- Guimarães, A. G., Oliveira, G. F., Melo, M. S., Cavalcanti, S. C., Antonioli, A. R., Bonjardim, L. R., & Araújo, A. A. (2010). Bioassay-guided evaluation of antioxidant and antinociceptive activities of carvacrol. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, *107*(6), 949-957.
- Hassan, H.M. (2011). Antioxidant and immunostimulating activities of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) autolysates. *World Applied Science Journal*, *15*, 1110-1119.
- Husnu, K., Başer, C. & Demirci, F. (2007). *Chemistry of essential oils. In Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*, ed. R. G. Berger. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Karaman, K. (2020). Characterization of *Saccharomyces cerevisiae* based microcarriers for encapsulation of black cumin seed oil: Stability of thymoquinone and bioactive properties. *Food Chemistry*, *313*, 126129
- Karaman, K., & Sağdıç, O. (2019). Investigation of The effect of carvacrol addition on the change of some physicochemical and bioactive properties of apple juice contaminated with *Zygosaccharomyces bailii*. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *7*(11), 1882-1893.
- Kavetsou, E., Koutsoukos, S., Daferera, D., Polissiou, M. G., Karagiannis, D., Perdakis, D. C., & Detsi, A. (2019). Encapsulation of *Mentha pulegium* essential oil in yeast cell microcarriers: an approach to environmentally friendly pesticides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *67*(17), 4746-4753.
- Kavosi, M., Mohammadi, A., Shojaee-Aliabadi, S., Khaksar, R., & Hosseini, S.M. (2017). Characterization and oxidative stability of purslane seed oil microencapsulated in yeast cells biocapsules. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *98*, 2490–2497.
- Mamadalieva, N. Z., D. K. Akramov, E. Ovidi, A. Tiezzi, L. Nahar, S. S. Azimova, & S. D. Sarker. (2017). Aromatic medicinal plants of the lamiaceae family from Uzbekistan: Ethnopharmacology, essential oils composition, and biological activities. *Medicines (Basel)* *4* (1), 8.
- Milos, M., & Makota, D. (2012). Investigation of antioxidant synergisms and antagonisms among thymol, carvacrol, thymoquinone and p-cymene in a model system using the Briggs–Rauscher oscillating reaction. *Food Chemistry*, *131*(1), 296-299.
- Moreno, C.S., Larrauri, J.A., & Calixto, F.S. (1998). A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *76*, 270- 276.
- Nelson, G., Duckham, S.C., & Crothers, M.E.D. (2006). *Microencapsulation in Yeast Cells and Applications in Drug Delivery*. In: Sonkè S (ed) *Polymeric drug delivery I: particulate drug carriers*, vol 923. American Chemical Society, pp 268–281.
- Nieto, G. (2017). Biological activities of three essential oils of the lamiaceae family. *Medicines (Basel)* *4* (3), E63.
- Normand, V., Dardelle, G., Bouquerand, P.E., Nicolas, L., & Johnston, D.J. (2005). Flavor encapsulation in yeasts: limonene used as a model system for characterization of the release mechanism. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, *53*, 7532-7543.
- Ozkan, A., & Erdogan, A. (2012). A comparative study of the antioxidant/prooxidant effects of carvacrol and thymol at various concentrations on membrane and DNA of parental and drug resistant H1299 cells. *Natural Product Communications*, *7*(12),
- Paramera, E.I., Konteles, S.J., & Karathanos, V.T. (2011). Microencapsulation of curcumin in cells of *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Chemistry*, *125*, 892–902.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., & Vyvyan, J. A. (2008). *Introduction to Spectroscopy*. Cengage Learning.
- Plavcová, Z., Šalamúnová, P., Saloň, I., Štěpánek, F., Hanuš, J., & Hošek, J. (2019). Curcumin encapsulation in yeast glucan particles promotes its anti-inflammatory potential in vitro. *International Journal of Pharmaceutics*, *568*, 118532.
- Salari, R., Bazzaz, B. S. F., Rajabi, O., & Khashyarmansh, Z. (2013). New aspects of *Saccharomyces cerevisiae* as a novel carrier for berberine. *DARU Journal of Pharmaceutical Science*, *21*(1), 73.

- Sánchez, G., & Aznar, R. (2015). Evaluation of natural compounds of plant origin for inactivation of enteric viruses. *Food and Environmental Virology*, 7(2), 183-187.
- Sangwan, N. S., A. H. A. Farooqi, F. Shabih, & R.S. Sangwan. (2001). Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation*, 34 (1), 3–21.
- Shi, G., Rao, L., Yu, H., Xiang, H., Pen, G., Long, S., & Yang, C. (2007). Yeast-cell based microencapsulation of chlorogenic acid as a water-soluble antioxidant. *Journal of Food Engineering*, 80, 1060–1067.
- Shi, G.R., Rao, L.Q., Yu, H.Z., Xiang, H., Yan, H., & Ji, R. (2008). Stabilization and encapsulation of photosensitive resveratrol within yeast cell. *International Journal of Pharmaceutics*, 349(1–2), 83–93.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Solórzano-Santos, F., & Miranda-Novales, M.G. (2012). Essential oils from aromatic herbs as antimicrobial agents. *Current Opinion in Biotechnology*, 23(2), 136-141.
- Soomer, R., & Jamieson, D.J. (1996). *Yeast autolysate*. The 9th International Symposium on Yeast, Sydney.
- Zuzarte, M., & Salgueiro, L. (2015). *Essential oils chemistry*. In *Bioactive essential oils and cancer*, ed. D. P. de Sousa. Cham: Springer International Publishing.
- Wettasinghe, M., Bolling, B., Pihak, L., Xiao, H., & Parkin, K. (2002). Phase II enzyme-inducing and antioxidant activities of beet root (*Beta vulgaris* L.) extracts from phenotypes of different pigmentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6704-6709.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

Kayısıda (*Prunus Armeniaca* L.) Metil Jasmonate, Sitokinin ve Lavanta Yağı Uygulamalarının Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri

Şeyda ÇAVUŞOĞLU*¹, Fırat İŞLEK², Nurettin YILMAZ³, Onur TEKİN⁴

^{1,4}Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bölümü, 65080, Van, Türkiye

^{2,3}Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 65080, Van, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-8797-6687> ²<https://orcid.org/0000-0003-3157-3680> ³<https://orcid.org/0000-0003-0655-5165>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-7144-4106>

*Sorumlu yazar e-posta: scavusoglu@yyu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 25.01.2020

Kabul: 05.03.2020

Online Yayınlanma 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.679851

Anahtar kelimeler

Hasat sonrası,

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.),

Lavanta Yağı,

MAP,

MeJA,

Sitokinin.

Öz: Sert çekirdekli meyve türlerinden olan kayısı (*Prunus armeniaca* L.) insanlar tarafından hem taze meyve olarak hem de işleme teknolojisinde meyve suyu, kuru kayısı ve reçel olarak tüketilmesi yaygın olarak tercih edilmektedir. Türkiye kayısı üretiminde önemli bir yere sahiptir. Kayısı taze meyve olarak hasat sonrası ömrü sınırlı olan meyve türleri arasında yer almaktadır. Çalışmada, Bebeko kayısı çeşidi kullanılmış olup, meyveler Van ekolojik koşullarında yetiştirilmiş ve hasat olumunda derlenmiştir. Mevcut çalışmada hasat sonrası Metil Jasmonate (MeJA, 0.2 mM), sitokinin (5 ppm), lavanta yağı (1000 ppm), MeJA (0.2 mM) + lavanta yağı (1000 ppm) ve sitokinin (5 ppm) + lavanta yağı (1000 ppm) uygulamalarının kayısının depolanma süre ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Depolama boyunca uygulama yapılan meyvelerde pH, titre edilebilir asitlik (TEA), suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), meyve kabuk rengi, toplam antioksidan kapasite, toplam fenolik madde içeriği, solunum hızı ve dışsal etilen üretim miktarı belirlenmiştir. Sonuç olarak, MeJA (0.2 mM) + lavanta yağı (1000 ppm) uygulamasının ürün kalitesini 35 gün boyunca koruduğu tespit edilirken, diğer uygulamaların ise ürün kalitesini 25 gün koruduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bulgular, uygulamaların kontrol meyvelerine göre daha iyi sonuç verdiğini ortaya koymuştur.

The Effects of Methyl Jasmonate, Cytokinin and Lavender Oil Applications on Postharvest Physiology in Apricot Fruit (*Prunus armeniaca* L.)

Article Info

Received: 25.01.2020

Accepted: 05.03.2020

Online Published 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.679851

Keywords

Post Harvest,

Apricot (*Prunus*

armeniaca L.),

Lavender oil,

MAP,

MeJA,

Cytokinin.

Abstract: Apricot (*Prunus armeniaca* L.) belonging to *Rosaceae* family is stone fruit. it is enjoyed to be consumed as fresh fruit by many people, but also is preferred as juice, dried fruit and jam. Turkey has an important place in apricot production in the world. The postharvest life of apricot is limited as fresh fruit. In the study, Bebeko apricot variety was used, the fruits were grown in Van ecological conditions and harvested at harvesting maturity. In the current study, we investigated the effect of Methyl Jasmonate (0.2 mM), cytokinin (5 ppm), lavender oil (1000 ppm), MeJA (0.2 mM) + lavender oil (1000 ppm) and cytokinin (5 ppm) + lavender oil (1000 ppm) on apricot quality parameters such as pH, titratable acidity (TA), soluble solids content (SSC), skin color, antioxidant capacity, total phenolics, respiration rate and ethylene production as well as determined how long the treatments applied to apricot increase storage period. Our findings suggest that the treatments applied to fruit have a beneficial impact on fruit quality comparing to untreated fruit. As a result, MeJA+Lavender oil treated fruit was found to maintain the quality of the product for 35 days; on the other hand, other treatments were found to maintain the quality of the product for 25 days.

1. Giriş

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) sert çekirdekli meyveler grubunda orta solunum hızına sahip renk, tat, aroma bakımından beğenilen ve arzu edilen klimakterik bir meyve türüdür (Asma, 2000; Karaçalı, 2012). Kayısı meyveleri zengin fitokimyasal içeriği ile fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmekte olup tüketiminin sağlıklı yaşamı destekleyeceği kabul edilmektedir (Kan 2016; Kan ve Karaat, 2019). Dünya taze kayısı üretiminde Türkiye 750 bin ton ile birinci sıradadır (FAO, 2018). Üretim miktarının yüksek olmasına rağmen ihracat ve iç pazarda tüketim miktarı düşüktür. Türkiye’de kayısının pazarlanması aşamasında soğuk zincirin yeterince kurulamaması taze kayısı kalitesini ve tüketimini düşürmektedir (Çalhan, 2010; Bayındır ve ark., 2012). Hasat dönemleriyle ilişkili olarak sofralık olarak tüketilen meyveler, sadece belirli dönemlerde ve sürelerde pazara sunulabilmektedir. Hasat zamanı dışında tüketicilerin ürün taleplerini karşılamak amacıyla meyvelerin depolanması gerekmektedir. Kayısının orta solunum hızına sahip olması, meyve etinin dayanıksız ve kolay bozulabilmesi, çürüme ve bozulmaya duyarlılık göstermesi nedeniyle hasat sonrası dayanımları sınırlı olmaktadır. Kayısı taze olarak normal oda koşullarında 3-5 gün depolanabilmektedir. Ancak uygun sıcaklık (0°C) ve oransal nem (%90-95) koşullarında bu süre yaklaşık 2-4 hafta olabilmektedir (Asma ve ark., 2007; Crisosto ve Kader, 1999; Karaçalı, 2012).

Birçok gıda ürünüde kalitenin korunmasında etkili olduğu belirlenen jasmonik asitler (JA) bitki bünyesindeki linoleik asitten elde edilen kloroplastlarda bulunan lipoksijenaz (LOX3) enziminin etkisiyle aktif hale geçen bileşiklerdir (Vick ve Zimmerman, 1984). Metil Jasmonate (MeJA) ise JA’nın metil esteri olup, bitki bünyesinde aromatik bileşenleri ve antosiyaninleri artırmada, klorofil parçalanmasını sağlamada, kararırma ve üşüme zararını azaltmada, fungal gelişimi engellemede ve patojene karşı bitki direncini artırmada etkili olduğu belirtilmiştir (Meir ve ark., 1996; Pérez ve ark., 1997; Zhu ve Tian, 2012). MeJA uygulamasının mango ve papaya meyvelerinde, solunum hızı, renk kaybı, ağırlık kaybı, ŞÇKM miktarı ve üşüme zararını azalttığı, toplam organik asit ve şeker miktarını etkilemediği bildirilmiştir (González-Aguilar ve ark., 2001; 2003). MeJA uygulanan domates meyveleri 10°C sıcaklıkta muhafaza edildiğinde renk parametrelerini (L*, a* ve b*) daha iyi korunduğu saptanmıştır (Baltazar ve ark., 2007).

Uçucu yağlar hasat sonrası kayıpları engellemesi ve insan sağlığına zararlı olmaması nedeniyle insanlar tarafından tercih edilen doğal bileşiklerdir. (Vergis ve ark., 2015). Yenilebilen kaplamalar arasında yer alan uçucu yağlar, aromatik bitkilerde bulunmaktadır. Ayrıca uçucu yağlar bitkilerde antibakteriyel, antiviral, antifungal ve böcek öldürücü fonksiyonları ile önemli bir role sahiptirler (Bakkali ve ark., 2008). Bu özellikleri sayesinde bahçe ürünlerinde dayanıklılığı artıran sekonder metabolitlerdir (Ishkeh ve ark., 2019).

Gibberellinler ile sitokininler meyve gelişimi ve olgunlaşma sürecinde önemli rol oynarlar (Al-Qurashi ve ark., 2019). Huang ve Jiang (2012)’a göre sentetik bir sitokinin olan Forklorfenuron (CPPU) hasat sonrası dönemde uygulandığında meyvelerde renk, kararırma, solunum hızı ve fungal enfeksiyonlara karşı olumlu sonuçlar vermektedir. Ayrıca araştırmacılar hasat sonrası 6-benzilaminopurin (BAP-sentetik bir sitokinin) uygulanmasının ürün kalitesini koruduğunu, çürümeleri engellediğini ve raf ömrünü uzattığını ileri sürmüşlerdir (Mulagund ve ark., 2015).

Taze olarak tüketilen kayısılarda raf ömrü kısa olduğundan ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Hasat sonrası hem MeJA, sitokinin ve lavanta yağının birbirinden ayrı uygulamaları hem de özellikle bu bileşikler arasında kombinasyonların kayısı meyvelerine uygulanması ile ilgili yeteri kadar çalışma literatürde bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada, Van ekolojik şartlarında yetiştirilen Bebeko kayısı çeşidinde; MeJA, sitokinin, lavanta yağı, MeJA+lavanta ve sitokinin+lavanta yağı uygulamalarının, modifiye atmosfer koşullarında depolama boyunca meyvelerin fiziksel ve biyokimyasal özellikleri üzerine olan etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada meyve materyali olarak, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Bahçesinden toplanan Bebeko kayısı çeşidi kullanılmıştır. Ağaç olumu döneminde hasat edilen meyveler, 12 saat +4 °C’de oda koşullarında ön soğutmaya tabii tutularak meyve iç ısı düşürülmüştür. Daha sonra aynı olgunluğa sahip meyveler 6 gruba ayrılmıştır. İlk 5 gruba 0,2 mM MeJA, 5 ppm sitokinin, 1000 ppm lavanta yağı, 0,2 mM MeJA+1000 ppm lavanta yağı ve 5 ppm

sitokinin+1000 ppm lavanta yağı uygulamaları yapılmıştır. Hiçbir uygulamanın yapılmadığı son grup kontrol olarak denemeye dahil edilmiştir. Uygulamalardan sonra kayısı meyveleri 3 tekerrürlü olarak köpük tabaklar içerisine yerleştirilerek üzeri streç film ile tek kat olacak şekilde kaplanmıştır. Ambalajlanan meyveler 0 °C ve % 90-95 oransal nem içeren Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Soğuk Hava Deposunda 35 gün boyunca depolanmıştır. Belli aralıklarla depodan çıkartılan meyvelerde aşağıdaki analizler yapılmıştır.

2.1. Ağırlık kaybı

Depolama süresince ürünlerde ağırlık kayıplarını belirlemek amacıyla ayrılan örneklerde ölçümler hassas terazi ile hasat dönemi ve hasadı izleyen analiz dönemlerinde yapılmış olup ağırlık kayıpları % olarak hesaplanmıştır.

2.2. Renk, suda çözünür kuru madde, pH ve titre edilebilir asitlik

Depolama süresince kayısılardaki kabuk rengi değişimleri Minolta CR-400 marka renk ölçer ile belirlenmiştir. Sonuçlar L^* , a^* , b^* C ve Hue° açı değeri olarak ifade edilmiştir. pH değerleri, meyve suyu elde edildikten sonra pH metre (Mettler Toledo) probu direk daldırılarak okumalar gerçekleştirilmiştir. Titre edilebilir asitlik, pH 8,1 olana kadar 0.1 N NaOH çözeltisi meyve suyuna eklenmiş ve sonuçlar % malik asit eşdeğeriyle hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2007). Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) ise dijital bir refraktometre ile tespit edilmiş ve sonuçlar brix olarak ifade edilmiştir (Atago, Tokyo, Japonya).

2.3. Solunum hızı ve dışsal etilen miktarı

Solunum hızını belirlemek amacıyla, kayısı meyveleri kapalı ortam olarak kavanozlar içindeki ortama verdikleri CO₂ miktarı 2 saatlik bekleme süresinin sonunda Headspace Gas Analyser GS3/L analiz cihazı ile okunmuştur. Meyvelerin solunum hızı değerleri hesaplanmasında, ağırlık ve hacim değerleri kullanılmış ve mlCO₂kg⁻¹h⁻¹ olarak ifade edilmiştir (Çavuşoğlu, 2008). Meyvelerin dışsal etilen üretimi ise, kavanozlar içinde 2 saat bekleme süresinde gaz sızdırmaz şırınga aracılığıyla 2 ml etilen gazı GC-FID cihazına enjekte edilerek analiz edilmiş ve etilen üretimi ml C₂H₄/kg h olarak ifade edilmiştir (Guillén ve ark., 2013).

2.4. Toplam fenolik ve antioksidan kapasitesi

Toplam fenolik madde içeriği, Swain ve Hillis (1959) tarafından belirtilen metoda göre spektrofotometre ile belirlenmiştir (Thermo Scientific Genesys 10S UV-VIS). Örneklerin absorbansı 725 nm'de okunmuş ve Galik asit eşdeğeri (GAE) mg100 g⁻¹ taze ağırlık (FW) olarak ifade edilmiştir.

Toplam antioksidan kapasitesi Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) yöntemi ile ni belirlenmiştir ve örnekler 593 nm dalga boyunda okunarak sonuçlar µmol trolox eşdeğeri (TE) g⁻¹ FW olarak ifade edilmiştir (Benzie ve Strain, 1996).

2.5. İstatistik analiz

Üzerinde durulan özellikler için tanımlayıcı istatistikler; Ortalama ve Standart olarak ifade edilmiştir. Bu özellikler bakımından; uygulamalar ve depolama süreleri arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla faktöriyel düzende tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans analizini takiben uygulamalar ve depolama süreleri ortalamaları arasındaki farkı belirlemede Duncan testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda istatistik anlamlılık düzeyi %5 olarak alınmış ve hesaplamalar için "SPSS version 13.0" istatistik paket programı kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bulgular

3.1.1 Ağırlık kaybı

Ağırlık kaybı parametresi incelendiğinde 0,2 mM MeJA, 5 ppm sitokinin, 1000 ppm lavanta yağı, 0,2 mM MeJA + 1000 ppm lavanta yağı ve 5 ppm sitokinin + 1000 ppm lavanta yağı uygulamaları yapılan gruplarda depolar arası fark önemli bulunmuştur ve tüm gruplarda depolamanın 10. ve 15. Gününde uygulamalar arası fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Muhafaza süresine paralel olarak bütün uygulamalarda ağırlık kayıpları artmıştır. Depolamanın 25. gününde ağırlık kaybı en fazla kontrol grubunda (% 5,791) olurken en az ağırlık kaybı 0,2 mM MeJA+1000 ppm sitokinin (% 3,446) uygulamasında meydana gelmiştir.

Çizelge 1. Depolama Süresi ve uygulamalara göre (Ağırlık Kaybı) tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| | D.S | Kontrol | 0.2 mM MeJA | 5 ppm Sitokinin | 1000 ppm Lavanta | MeJa + Lavanta | Sitokinin + Lavanta |
|---------------|-----|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------------|
| | 0 | 0,000 ± 0,000 | 0,000 ± 0,000 B | 0,000 ± 0,000 B | 0,000 ± 0,000 C | 0,000 ± 0,000 B | 0,000 ± 0,000 |
| | 5 | 0,843 ± 0,390 | 0,764 ± 0,137 B | 0,894 ± 0,038 B | 1,166 ± 0,272 C | 0,856 ± 0,028 B | 0,872 ± 0,001 |
| Ağırlık kaybı | 10 | 2,228 ± 0,217a | 2,022 ± 0,619 Aab | 2,467 ± 0,067 Bab | 2,262 ± 0,409 Cb | 1,712 ± 0,067 Bab | 2,276 ± 0,060 a |
| | 15 | 3,867 ± 0,300 a | 2,558 ± 0,083 Ab | 3,644 ± 0,109 Aa | 3,448 ± 0,440 Ba | 2,290 ± 0,070 ABb | 2,276 ± 0,060 b |
| | 25 | 5,792 ± 0,670 | 3,654 ± 0,106 B | 4,820 ± 0,150 A | 4,633 ± 0,471 A | 3,446 ± 0,076 B | 3,665 ± 0,219 |
| | 35 | .. | .. | .. | .. | 4,603 ± 0,082 A | .. |

P değerleri: P_{Uygulama} = 0,120; P_{Depolama süresi} = 0,0002; P_{Uygulama x Depolama süresi etkileşimi} = 0,038

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfli alan "Uygulamalar" arası fark önemlidir (p<0.05). ↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı uygulamada) farklı büyük harfli alan "Depolama Süreleri" arası fark önemlidir (p<0.05).

3.1.2. Renk, Suda Çözünür Kuru Madde, pH ve Titre Edilebilir Asitlik

Derim sonrası farklı uygulamaların soğukta muhafaza sırasında, Bebeko kayısı çeşidinde meyve kabuk rengi L*, a*, b* C° ve h° değerleri üzerine etkisi Çizelge 2'de sunulmuştur. L* değeri açısından 0.2 mM MeJA ve 0,2 mM MeJA + 1000 ppm lavanta uygulamaları, a* değeri açısından ise 1000 ppm lavanta ve 0.2 mM MeJA + 1000 ppm lavanta uygulamaları depolama süreleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. b* değeri ele alındığında; 1000 ppm lavanta uygulamasında, depolama süreleri arası fark önemli bulunmuştur. Ayrıca 15. günde bütün uygulamalar arası fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). L* değeri başlangıca göre genel olarak bir artış gösterse de renk değerini 25. gün sonunda en iyi koruyan uygulama 0,2 mM MeJA + 1000 ppm lavanta (60,93) olarak tespit edilmiştir. a* ve b* değerlerinde başlangıca göre bütün uygulamalarda bir artış gözlenmiştir. a* değerindeki (20,675) artış en fazla kontrol grubunda görülürken b* değerindeki (50,605) artış en fazla 1000 ppm lavanta uygulamasında bulunmuştur. a* ve b* değerlerindeki artış kayıslarda olgunlaşmayla birlikte klorofilin parçalanıp yeşil rengin kaybolması, sarı ve kısmen kırmızı renk veren maddenin meyvede birikmesi olarak açıklayabiliriz. Bütün renk değerleri birlikte incelendiğinde 0,2 mM MeJA + 1000 ppm lavanta uygulaması renk değişimini geciktirdiği görülmüştür.

SÇKM parametresi açısından 0,2 mM MeJA ve 1000 ppm lavanta uygulamalarının; depolama süreleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Tüm gruplarda SÇKM miktarı başlangıca göre depolamanın sonunda azalmıştır. Depolamanın 25. gününde en yüksek SÇKM içeriği kontrol grubunda (% 8,35) tespit edilmiştir.

TEA ve pH değerleri istatistiki olarak incelendiğinde; TEA değeri için 0.2 mM MeJA uygulamasında depolama süreleri arasındaki fark önemli bulunmuştur. pH değeri için ise 0.2 MeJA+1000 ppm lavanta uygulamasında depolama süreleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Muhafaza süresi boyunca tüm gruplarda başlangıca göre genel olarak bir artış görülmüştür. pH depolamanın 25. gününde en yüksek kontrol grubunda (3,695) görülmüştür.

Titre edilebilir asitlik depolama süresi boyunca dalgalanmalar göstermiştir. Başlangıca göre kontrol grubu ve 1000 ppm lavanta uygulamasında düşüş görülürken diğer uygulamalarda artış görülmüştür. En yüksek TEA 0,2 mM MeJA + 1000 ppm lavanta uygulamasında tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Depolama Süresi ve uygulamalara göre (L*, a*, b*, SÇKM, pH, TEA) tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| | D.S | Kontrol | 0.2 mM MeJA | 5 ppm Sitokinin | 1000 ppm Lavanta | MeJa + Lavanta | Sitokinin + Lavanta |
|---|-----|------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| L* | 0 | 61,225 ± 0,095 | 61,225 ± 0,095 BC | 61,225 ± 0,095 | 61,225 ± 0,095 | 61,225 ± 0,095 AB | 61,225 ± 0,095 |
| | 5 | 63,945 ± 2,235 | 62,975 ± 0,275 AB | 63,335 ± 1,155 | 62,430 ± 1,180 | 63,390 ± 0,250 A | 62,765 ± 0,975 |
| | 10 | 62,590 ± 0,820 | 64,320 ± 1,060 A | 63,245 ± 4,025 | 65,345 ± 1,665 | 63,515 ± 0,235 A | 62,950 ± 0,800 |
| | 15 | 59,450 ± 1,970 | 59,440 ± 1,070 C | 59,955 ± 0,235 | 62,650 ± 0,030 | 63,220 ± 1,450 A | 60,710 ± 0,670 |
| | 25 | 61,875 ± 0,505 | 62,665 ± 0,055 AB | 62,080 ± 1,720 | 63,430 ± 0,150 | 60,930 ± 0,200 AB | 63,105 ± 0,285 |
| | 35 | .. | .. | .. | .. | 57,910 ± 1,770 B | .. |
| p değerleri: p _{Uygulama} = 0,567; p _{Depolama süresi} = 0,251 ; p _{Uygulama x Depolama süresi etkileşimi} = 0,042 | | | | | | | |
| a* | 0 | 19,075 ± 0,395 | 19,075 ± 0,395 | 19,075 ± 0,395 | 19,075 ± 0,395 A | 19,075 ± 0,395 A | 19,075 ± 0,395 |
| | 5 | 13,420 ± 3,310 | 16,100 ± 0,220 | 16,785 ± 2,675 | 15,225 ± 0,965 B | 12,530 ± 0,340 B | 17,665 ± 0,385 |
| | 10 | 17,980 ± 0,140 | 14,355 ± 1,175 | 16,160 ± 2,740 | 12,280 ± 0,300 C | 13,030 ± 1,020 B | 14,855 ± 1,275 |
| | 15 | 19,840 ± 0,640 | 19,820 ± 1,990 | 17,710 ± 1,650 | 15,375 ± 1,215 B | 14,915 ± 0,555 AB | 17,655 ± 0,985 |
| | 25 | 20,675 ± 0,715 | 17,945 ± 0,825 | 20,165 ± 1,145 | 16,330 ± 0,340 B | 18,645 ± 0,975 A | 18,690 ± 1,460 |
| | 35 | .. | .. | .. | .. | 17,775 ± 2,495 A | .. |
| p değerleri: p _{Uygulama} = 0,431; p _{Depolama süresi} = 0,448 ; p _{Uygulama x Depolama süresi etkileşimi} = 0,037 | | | | | | | |
| b* | 0 | 46,645 ± 0,995 | 46,645 ± 0,995 | 46,645 ± 0,995 | 46,645 ± 0,995 C | 46,645 ± 0,995 | 46,645 ± 0,995 |
| | 5 | 50,480 ± 1,630 | 49,180 ± 0,110 | 48,990 ± 1,540 | 47,645 ± 1,315 BC | 49,925 ± 0,125 | 47,495 ± 0,715 |
| | 10 | 47,880 ± 0,050 | 48,590 ± 2,400 | 51,405 ± 4,405 | 52,675 ± 0,885 A | 47,040 ± 0,740 | 47,840 ± 2,530 |
| | 15 | 45,030 ± 1,230 b | 45,020 ± 1,110 b | 44,810 ± 0,120 b | 47,965 ± 0,435 BCb | 48,390 ± 0,170 a | 46,240 ± 0,680 ab |
| | 25 | 48,850 ± 0,810 | 49,990 ± 0,220 | 49,635 ± 0,755 | 50,605 ± 0,225 AB | 48,050 ± 0,450 | 49,200 ± 0,050 |
| | 35 | .. | .. | .. | .. | 46,125 ± 1,875 | .. |
| p değerleri: p _{Uygulama} = 0,321; p _{Depolama süresi} = 0,433 ; p _{Uygulama x Depolama süresi etkileşimi} = 0,028 | | | | | | | |
| SÇKM | 0 | 9,750 ± 0,350 | 9,750 ± 0,350 A | 9,750 ± 0,350 | 9,750 ± 0,350 A | 9,750 ± 0,350 | 9,750 ± 0,350 |
| | 5 | 9,300 ± 0,200 | 9,850 ± 0,450 A | 9,000 ± 0,000 | 8,400 ± 0,000 ABC | 8,700 ± 0,100 | 9,100 ± 0,200 |
| | 10 | 8,300 ± 0,600 | 8,550 ± 0,550 AB | 8,950 ± 0,650 | 9,200 ± 0,500 AB | 9,500 ± 0,700 | 8,300 ± 0,600 |
| | 15 | 9,900 ± 0,200 | 7,300 ± 0,800 BC | 8,350 ± 1,650 | 7,500 ± 0,300 BC | 8,100 ± 1,500 | 8,550 ± 0,650 |
| | 25 | 8,350 ± 0,250 | 5,650 ± 0,350 C | 7,800 ± 0,300 | 6,750 ± 1,050 C | 7,150 ± 0,250 | 7,350 ± 0,650 |
| | 35 | .. | .. | .. | .. | 8,550 ± 0,150 | .. |
| p değerleri: p _{Uygulama} = 0,681; p _{Depolama süresi} = 0,498 ; p _{Uygulama x Depolama süresi etkileşimi} = 0,048 | | | | | | | |
| pH | 0 | 3,435 ± 0,065 | 3,435 ± 0,065 | 3,435 ± 0,065 | 3,435 ± 0,065 | 3,435 ± 0,065 B | 3,435 ± 0,065 |
| | 5 | 3,435 ± 0,025 | 3,480 ± 0,060 | 3,430 ± 0,010 | 3,450 ± 0,040 | 3,405 ± 0,005 B | 3,415 ± 0,045 |
| | 10 | 3,535 ± 0,005 | 3,510 ± 0,060 | 3,520 ± 0,040 | 3,455 ± 0,015 | 3,455 ± 0,015 AB | 3,435 ± 0,005 |
| | 15 | 3,520 ± 0,010 | 3,515 ± 0,005 | 3,440 ± 0,030 | 3,415 ± 0,035 | 3,450 ± 0,040 AB | 3,515 ± 0,065 |
| | 25 | 3,695 ± 0,135 | 3,535 ± 0,015 | 3,530 ± 0,030 | 3,600 ± 0,010 | 3,580 ± 0,000 B | 3,495 ± 0,015 |
| | 35 | .. | .. | .. | .. | 3,760 ± 0,050 A | .. |
| p değerleri: p _{Uygulama} = 0,081; p _{Depolama süresi} = 0,151 ; p _{Uygulama x Depolama süresi etkileşimi} = 0,021 | | | | | | | |
| TEA | 0 | 1,307 ± 0,201 | 1,307 ± 0,201 B | 1,307 ± 0,201 | 1,307 ± 0,201 | 1,307 ± 0,201 | 1,307 ± 0,201 |
| | 5 | 1,420 ± 0,301 | 1,997 ± 0,154 B | 1,511 ± 0,084 | 1,812 ± 0,090 | 1,826 ± 0,124 | 1,896 ± 0,107 |
| | 10 | 1,350 ± 0,003 | 1,457 ± 0,003 B | 1,293 ± 0,167 | 1,360 ± 0,013 | 1,380 ± 0,074 | 1,638 ± 0,023 |
| | 15 | 1,642 ± 0,007 | 1,199 ± 0,107 A | 1,126 ± 0,228 | 1,136 ± 0,191 | 1,142 ± 0,191 | 1,404 ± 0,070 |
| | 25 | 1,276 ± 0,064 | 1,142 ± 0,064 B | 1,327 ± 0,161 | 1,203 ± 0,077 | 1,501 ± 0,094 | 1,457 ± 0,131 |
| | 35 | .. | .. | .. | .. | 1,548 ± 0,121 | .. |
| p değerleri: p _{Uygulama} = 0,256; p _{Depolama süresi} = 0,287 ; p _{Uygulama x Depolama süresi etkileşimi} = 0,015 | | | | | | | |

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfi alan "Uygulamalar" arası fark önemlidir (p<0.05). ↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı uygulamada) farklı büyük harfi alan "Depolama Süreleri" arası fark önemlidir (p<0.05).

3.1.3. Solunum hızı ve dışsal etilen miktarı

Solunum hızı (SH) parametresi incelendiğinde kontrol, 0.2 mM MeJA ve 0,2 mM MeJA + 1000 ppm lavanta uygulamaları depolama süreleri bakımından fark önemli bulunurken, depolama süresi sonunda uygulamalar arası fark kontrol grubuna göre diğer tüm uygulamalar istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Dışsal etilen miktarı kontrol ve 5 ppm sitokinin, 5 ppm sitokinin + 1000 ppm lavanta yağı uygulamaları depolama süreleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Dışsal etilen üretimi ve solunum hızında meydana gelen değişimler incelendiğinde hem etilen hem de solunum, depolamanın 5. günde düşmüş daha sonra ise düzenli olarak artmıştır. En yüksek solunum hızı ve etilen üretimi kontrol grubu 25. gün örneklerinde tespit edilmiştir. Depolamanın 25. gününde en düşük solunum hızı ve etilen üretimi, 0,2 mmol MeJA + 1000 ppm sitokinin uygulaması yapılan meyvelerde tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Depolama Süresi ve uygulamalara göre (SH, Etilen) tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| | D.S | Kontrol | 0.2 mM MeJA | 5 ppm Sitokinin | 1000 ppm Lavanta | MeJa + Lavanta | Sitokinin + Lavanta |
|--|-----|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| SH | 0 | 77,399 ± 2,874 C | 77,399 ± 2,874 B | 77,399 ± 2,874 | 77,399 ± 2,874 | 77,399 ± 2,874 B | 77,399 ± 2,874 |
| | 5 | 75,888 ± 2,231 C | 72,180 ± 0,772 B | 70,455 ± 4,853 | 74,146 ± 6,942 | 72,528 ± 3,886 B | 75,271 ± 2,551 |
| | 10 | 95,203 ± 12,573 BC | 104,449 ± 2,481 A | 89,389 ± 11,399 | 94,991 ± 2,089 | 103,398 ± 1,914 A | 92,611 ± 12,981 |
| | 15 | 111,887 ± 4,118 B | 104,534 ± 4,670 A | 92,095 ± 22,205 | 102,343 ± 24,013 | 94,964 ± 10,317 A | 103,810 ± 5,368 |
| | 25 | 152,662 ± 7,207 Aa | 100,663 ± 4,000 Ab | 109,386 ± 8,360 b | 107,156 ± 9,085 b | 96,893 ± 0,751 Ab | 107,182 ± 16,054 b |
| | 35 | .. | .. | .. | .. | 102,402 ± 1,096 A | .. |
| p değerleri: p _{Uygulama} = 0,118; p _{Depolama süresi} = 0,111 ; p _{Uygulama x Depolama süresi etkileşimi} = 0,002 | | | | | | | |
| Etilen | 0 | 1,430 ± 0,192 B | 1,430 ± 0,192 | 1,430 ± 0,192 B | 1,430 ± 0,192 | 1,430 ± 0,192 | 1,430 ± 0,192 B |
| | 5 | 0,628 ± 0,065 B | 0,873 ± 0,013 | 0,680 ± 0,149 C | 0,608 ± 0,115 | 0,752 ± 0,381 | 0,604 ± 0,114 B |
| | 10 | 0,885 ± 0,199 B | 0,908 ± 0,077 | 0,893 ± 0,196 BC | 0,718 ± 0,180 | 0,982 ± 0,406 | 0,960 ± 0,234 B |
| | 15 | 1,366 ± 0,417 B | 1,438 ± 0,046 | 0,762 ± 0,092 C | 1,467 ± 0,308 | 1,169 ± 0,080 | 0,883 ± 0,158 B |
| | 25 | 3,847 ± 0,705 A | 2,497 ± 1,058 | 2,624 ± 0,209 A | 1,859 ± 0,477 | 1,670 ± 0,955 | 2,770 ± 0,368 A |
| | 35 | .. | .. | .. | .. | 2,382 ± 0,087 | .. |

p değerleri: p_{Uygulama} = 0,217; p_{Depolama süresi} = 0,445 ; p_{Uygulama x Depolama süresi etkileşimi} = 0,032

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfli alan "Uygulamalar" arası fark önemlidir (p<0.05). ↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı uygulamada) farklı büyük harfli alan "Depolama Süreleri" arası fark önemlidir (p<0.05).

3.1.4. Toplam antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik içeriği

5 ppm sitokinin ve 0,2 mM MeJA haricinde, depolama süresince genel olarak meyvelerin toplam antioksidan kapasitesinde (TA) artış gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek antioksidan kapasitesi 36,217 µmol TE/g ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. Toplam fenolik içeriğinde (TF) ise bütün uygulamalarda depolama başlangıcına göre bir azalış tespit edilmiştir. Fakat söz konusu uygulamalarda depolama sonunda kontrole göre, daha yüksek toplam fenolik içeriği belirlenmiştir.

Toplam antioksidan kapasitesi kontrol ve 5 ppm sitokinin + 1000 ppm lavanta uygulamalarında depolama süreleri arası fark önemli bulunmuştur ayrıca bütün uygulamalar arasındaki fark 5. ve 25. günde istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4).

4. Tartışma

4.1. Ağırlık Kaybı

Bütün uygulamalarda ağırlık kaybı kontrol grubuna göre daha az olmuştur. Ayrıca bütün gruplarda ağırlık kaybının beklenenden az olması MAP içerisindeki oransal nem içeriğinin fazla olması MeJA, sitokinin ve uçucu yağların depolama sürecinde ağırlık kaybını nispeten koruması ile ilişkilendirilebilir.

MAP ile kaplanan ürünlerde yapılan çalışmalarda MAP'ın ağırlık kayıplarını azaltmada etkili olduğunu bulmuşlardır. (Lazan ve ark., 1990; Paull and Chen, 1989; Guillen ve ark., 2007)

Çizelge 4. Depolama Süresi ve uygulamalara göre (TA, TF) tanımlayıcı istatistikler ve karşılaştırma sonuçları

| | D.S | Kontrol | 0.2 mM MeJA | 5 ppm Sitokinin | 1000 ppm Lavanta | MeJa + Lavanta | Sitokinin + Lavanta |
|--|-----|-------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|---------------------|
| TA | 0 | 26,061 ± 1,180 B | 26,061 ± 1,180 | 26,061 ± 1,180 | 26,061 ± 1,180 | 26,061 ± 1,180 | 26,061 ± 1,180 B |
| | 5 | 24,460 ± 1,197 Ba | 24,894 ± 0,740 a | 25,181 ± 0,457 a | 20,660 ± 0,193 b | 24,952 ± 1,239 a | 27,168 ± 1,230 Ba |
| | 10 | 32,561 ± 2,046 A | 33,004 ± 5,954 | 29,320 ± 0,906 | 29,775 ± 0,146 | 31,959 ± 1,763 | 33,480 ± 1,094 A |
| | 15 | 34,194 ± 1,865 A | 25,726 ± 4,552 | 30,802 ± 0,359 | 27,853 ± 4,792 | 30,493 ± 2,958 | 30,144 ± 1,202 AB |
| | 25 | 36,218 ± 0,916 Aa | 25,861 ± 1,384 b | 25,945 ± 3,239 b | 28,061 ± 0,643 b | 31,517 ± 0,336 ab | 34,455 ± 2,039 Aa |
| | 35 | .. | .. | .. | .. | 28,786 ± 2,426 | .. |
| p değerleri: p _{Uygulama} = 0,621; p _{Depolama süresi} = 0,442 ; p _{Uygulama x Depolama süresi etkileşimi} = 0,039 | | | | | | | |
| TF | 0 | 19,534 ± 1,468 | 19,534 ± 1,468 | 19,534 ± 1,468 | 19,534 ± 1,468 | 19,534 ± 1,468 | 19,534 ± 1,468 |
| | 5 | 16,034 ± 6,126 | 17,500 ± 1,449 | 15,180 ± 0,410 | 18,932 ± 0,420 | 15,072 ± 0,889 | 13,246 ± 1,296 |
| | 10 | 17,038 ± 1,157 | 18,205 ± 0,779 | 17,414 ± 2,133 | 15,320 ± 2,090 | 20,538 ± 1,852 | 14,459 ± 0,710 |
| | 15 | 15,356 ± 0,153 | 17,325 ± 0,805 | 17,456 ± 1,357 | 17,108 ± 6,505 | 19,293 ± 3,773 | 15,100 ± 2,857 |
| | 25 | 13,551 ± 0,193 | 16,732 ± 6,910 | 15,866 ± 2,674 | 17,649 ± 2,870 | 12,518 ± 2,499 | 16,557 ± 4,790 |
| | 35 | .. | .. | .. | .. | 17,096 ± 0,483 | .. |

p değerleri: p_{Uygulama} = 0,311; p_{Depolama süresi} = 0,287 ; p_{Uygulama x Depolama süresi etkileşimi} = 0,015

→ a. b. c: Aynı satırda farklı küçük harfli alan "Uygulamalar" arası fark önemlidir (p<0.05). ↓ A. B. C: Aynı sütunda (aynı uygulamada) farklı büyük harfli alan "Depolama Süreleri" arası fark önemlidir (p<0.05).

4.2. Renk, suda çözünür kuru madde, pH ve titre edilebilir asitlik

Meyveler metabolik aktivite süresince organik asitlerini tükettiğinden dolayı, depolama periyodu boyunca asitlik miktarı düşebilir (Jin ve ark., 2012). Hasat sonrası armutlara farklı dozlarda uygulanan MeJA'nın meyvelerde çürümelere engellediği ve meyve eti sertliği, suda çözünür kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik gibi parametreleri üzerine bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2009). Akan ve ark., (2019) sarımsaklara hasat sonrası farklı dozlarda uygulanan MeJA'nın; titre edilebilir asitlik miktarını artırarak olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar ahududu meyvelerinde (Wang ve Zheng, 2005) ve sarımsakta (Casado ve ark., 2014) MeJA'nın titre edilebilir asit miktarını artırdığını ileri sürmüşlerdir.

Gajewski (2002)'ye göre, ürünlerde solunum metabolizmasına bağlı olarak suda çözünür kuru madde miktarında düşüşlerin meydana gelebileceği bildirmiştir. Ayrıca, araştırmacılar tarafından suda çözünür kuru madde miktarında artışların meydana gelmesini ürünlerde su kaybından kaynaklı olabileceği, fakat suda çözünür kuru madde miktarında azalışların meydana gelmesini ise solunumda şekerlerin tüketilmesi sonucu olabileceğini belirtmişlerdir (Akan ve ark., 2019; Özden ve Bayındır, 2002; Torun, 2015).

Hasat sonrası meyvelere uygulanan MeJA'nın meyve kabuğunda renk değişimlerini engellediği bildirilmiştir (Martínez-Espláa ve ark., 2014; Öztürk ve ark., 2014).

Depolama boyunca meyvelerde kayıplar meydana gelmektedir (Küçük Basmacı ve ark., 2018). Serrano ve ark., (2005)'e göre modifiye atmosfer koşullarında depolanan kirazlarda öjenol, timol ve mentol gibi uçucu bileşiklerin ağırlık kaybı, sertlik ve renk değişimleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu ayrıca ürün kalitesini koruyarak muhafaza ömrünü uzattığını tespit etmişlerdir. Hasat zamanında veya depolama sürecinde uygulanan doğal olarak elde edilmiş bitkisel yağların SÇKM ve TEA üzerinde etkili olduğu bulunmuştur (Ju ve ark., 2000). Hasat sonrası uygulanan MeJA ve uçucu yağların ürünlerde daha yüksek organik asit ve şekerlerin birikmesine neden olduğu iddia edilmiştir (Wang, 2003). Diğer taraftan hasat sonrası muzlara uygulanan fesleğen yağının olgunlaşmayı geciktirdiği, fakat SÇKM üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Anthony ve ark., 2003).

Sitokinin hücre bölünmesinde rol oynayan bir hormon olup sebzelerde raf ömrünü uzatan (Zhang ve ark., 2014) hücre duvarı bozulmalarını ve yaşlanmanın engellemesinde önemli bir rol oynamaktadır (Massolo ve ark., 2014). Hasat öncesi uygulanan sitokinin uygulamalarının meyve büyüklüğünü ve şeker içeriğini artırdığı bilinmektedir (Nickell, 1986; Ogata ve ark., 1988). Hasat sonrasında sitokinin uygulamaları çok sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Örneğin litchi (çin ağacı meyvesi) meyvesine hasat sonrası uygulanan sitokinin yaşlanmayı geciktirdiği (YueMing ve JiaRui, 1998) bunun yanısıra yeşil zeytinlerde yaşlanmayı aynı uygulamanın solunumu ve renk değişimlerini hızlandırdığı tespit edilmiştir (Tsantili ve ark., 2002). Dışardan sakız kabağına uygulanan sitokinin hormonunun renk değişimleri üzerinde olumlu bir etkisi olmadığı (Juane ve ark., 2014) fakat şeker içeriğini artırdığı bildirmiştir (Antognozzi ve ark., 1996).

4.3. Solunum ve dışsal etilen miktarı

Kayısı meyvesi orta düzeyde solunum hızına sahiptir. Depolamanın ilk haftasında solunum ve etilen hızında bir düşüşün meydana geldiği belirlenmiştir. Bu düşüş, kayısıların MAP koşullarında soğukta muhafazaya alınması dolayısıyla ürünün metabolizmasında gerçekleşen yavaşlama kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Erkan ve Pekmezci (1997), ortamın atmosfer bileşiminin meyvelerin solunum şiddetine ve etilen üretimine etki eden önemli faktörlerden biri olduğunu, bu bileşimin değişmesinin meyvelerin solunum ve olgunlaşma hızlarını da önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir. Kontrol grubuna göre bütün uygulamalar etilen üretimi ve solunum hızı inhibe edilmiştir. Bu etki, etilenin öncül moleküllü olan 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asitin (ACC) oluşumunu veya etilene dönüşümünü engellemesinden kaynaklandığı değişik çalışmalarda bildirilmiştir (Leslie and Romani, 1986; Özeker, 2005; Peng and Jian, 2006). Mevcut çalışmada hasat sonrası yapılan uygulamaların hem solunum hızında hemde dışsal etilen miktarında olumlu etkileri olduğu söylenebilir.

4.4. Toplam fenolik ve antioksidan kapasitesi

Fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri, oksidasyon sonucu oluşan serbest radikallerin hasara neden olan etkisini yok etmede etkili oldukları (Kıpçak ve ark., 2019) ve kayısı meyvelerinin fenolik bileşikler açısından oldukça zengin ve rakımın fenolik bileşikleri açısından önemli olduğunu bildirmişlerdir (Kan ve Karaat., 2019). Ayrıca, araştırmacılar fenolik bileşiklerle ilişkili olan antioksidanların, dejeneratif hastalıkların etkisini yok etmede etkili olduğunu bildirmişlerdir (Aviram ve ark., 2008; Mertens-Talcott ve ark., 2006). Metil Jasmonate, allil izotiyosiyanat, etanol ve çay yağı gibi doğal olan uçucu bileşiklerin meyve ve sebzelerde ürün kalitesini koruduğu ile ilgili çalışmalar yürütülmüştür (Chanjirakul ve ark., 2006). Hasat sonrası uygulanan MeJA uygulamalarının genel olarak toplam fenolik içeriğini ve antioksidan kapasitesini artırdığı belirtilmiştir (Wang and Zheng, 2005; Wang ve ark., 2008). Hasat öncesi uygulanan sitokinin uygulamalarının ise ananas, kivi, kiraz ve üzümde olgunlaşmayı geciktirdiği bildirilmiştir (Adaniya, 2004; Kim ve ark., 2006; Marzouk ve Kassem, 2011; Zhang ve Whiting, 2011). Ayrıca Huang ve Jiang (2012)'ye göre, brokoli taçlarına ve muz meyvelerine hasat sonrası uygulanan sitokinin hormonunun raf ömrünü uzattığı ve fungal enfeksiyonları azalttığı rapor edilmiştir.

5. Sonuç

Mevcut çalışmada elde ettiğimiz bulgular, hasat sonrası hem MeJA, sitokinin ve lavanta yağının birbirinden ayrı uygulanması hem de bu bileşikler arasında kombinasyonların uygulanması solunum, etilen, antioksidan kapasitesi ve toplam fenolik içeriği üzerinde olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir. MeJA veya lavanta yağının tek başlarına kullanımı kalite parametreleri olan SÇKM, TEA, pH ve kabuk rengi üzerine etkisinin olmadığı, fakat MeJA+ lavanta, sitokinin, sitokinin + lavanta uygulamalarının söz konusu parametreler açısından olumlu bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Nitekim çalışma sonunda, 0.2 mM MeJA + 1000 ppm lavanta yağı uygulanan meyvelerin 35 gün, diğer uygulamalar ile muamele edilmiş meyvelerin (0,2 mM MeJA, 1000 ppm lavanta yağı, 5 ppm sitokinin ve 5 ppm sitokinin+1000 ppm) ise 25 gün muhafaza edilebileceği kanısına varılmıştır.

Kaynakça

- Akan, S., Tuna Gunes, N., & Yanmaz, R. (2019). Methyl jasmonate and low temperature can help for keeping some physicochemical quality parameters in garlic (*Allium sativum* L.) cloves. *Food Chemistry*, 270, 546–553.
- Al-Qurashi, A. D., & Awad, M. A. (2019). Postharvest gibberellic acid, 6-benzylaminopurine and calcium chloride dipping affect quality, antioxidant compounds, radical scavenging capacity and enzymes activities of 'Grand Nain'bananas during shelf life. *Scientia Horticulturae*, 253, 187-194.
- Anthony, S., Abeywickrama, K., & Wijeratnam, S. W. (2003). The effect of spraying essential oils *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon flexuosus* and *Ocimum basilicum* on postharvest diseases and storage life of Embul banana. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78, 780–785.
- Antognozzi, A., Battistelli, F., Famiani, S., Moscatello, F., & Stanica, L.A. (1996). Tombsesi Influence of CPPU on carbohydrate accumulation and metabolism in fruits of *Actinidia deliciosa* (a. Chev.) *Sci. Hortic.*, 65 (1996), pp. 37-47
- Asma, B.M. (2000). Kayısı Yetiştiriciliği. *Evin Ofset*. Malatya
- Asma, B.M., T. Kan, Birhanlı, O., Abacı, T., & Erdoğan, A. (2007). Çok amaçlı kayısı ıslah projesi. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 45-149.
- Aviram, M., Volkova, N., Coleman, R., Dreher, M., Reddy, M. K., & Ferreira, D. (2008). Pomegranate phenolics from the peels, arils, and flowers are antiatherogenic: Studies in vivo in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient (E 0) mice and in vitro in cultured macrophages and lipoproteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 1148–1157.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475.

- Baltazar, A., Espina-Lucero, J., Ramos-Torres, I., & González-Aguilar, G. (2007). Effect of methyl jasmonate on properties of intact tomato fruit monitored with destructive and nondestructive tests, *Journal of food engineering*, 80(4),1086-1095.
- Bayındır, D, Onursal, C., Celepaksoy, F., Koyuncu, MA., & Koyuncu, F. (2012). *Hasat Sonrası Farklı Dozlardaki Putresin Uygulamasının Aprikoz (Şalâk) Kayısı Çeşidinin Depolama Süre ve Kalitesi Üzerine Etkileri*. 5.Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 18-21 Eylül 2012, 107-114, Bahçe Bilimi Yayın No: 3, Bornova/İzmir.
- Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Casado, F. J., Sanchez, A. H., Beato, V. M., De Castro, A., & Montano, A. (2014). Effect of Sulfites and Sorbates on The Preservation And Color of Pickled Blanched Garlic Under Different Storage Conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38, 905–911.
- Cemeroğlu, B. (2007). Gıda analizleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, 34, 168-171.
- Crisosto, C.H. & A.A. Kader. (1999). Apricots postharvest quality maintenance guidelines. Department of pomology university of California.
- Çalhan, Ö, (2010). *Bazı Depolama Koşullarının Roxana Kayısı Çeşidinin Soğukta Muhafazası Üzerine etkisi*, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 120 s, Isparta.
- Çavuşoğlu, Ş. (2008). *Hasat Öncesi Sitokinin Uygulamasının Karnabaharların (*Brassica Oleracea* L. *Botrytis*) Hasat Sonrası Fizyolojisine Etkisi*. (Doktora Tezi, Basılmamış) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Erkan M. ve Pekmezci M, (1997). Meyvelerde Solunum ve Solunuma Etki Eden Faktörler. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 10, 261273.
- Faostat. (2018). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, Erişim Tarihi: 17.11.2019
- Gajewski, M. (2002). Quality changes in stored aubergine fruits (*Solanum melongena* L.) from a plastic tunnel and a greenhouse in relation to the maturity stage and packing method. I. Physical changes. *Folia Horticultural*, 14(1), 119-121.
- González-Aguilar, G.A., Buta, J.G., & Wang, C.I. (2001). Methyl jasmonate reduces chilling injury symptoms and enhances colour developmentof ‘Kent’ mangoes, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 1244-1249.
- Guillén, F., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Valero, D., Serrano, M., Castillo, S. & MartínezRomero, D. (2013). Aloe arborescens and Aloe vera gels as coatings in delaying postharvest ripening in peach and plum fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 83, 54– 57.
- Guillen, F., Zapata, D., Martinez-Romero, Castillo, S., Serrano, M., & Valero, D. (2007). Improvement of the overall quality of table grapes stored under modified atmosphere packaging in combination with natural antimicrobial compounds. *J. Food Sci.* 72, 185-190
- Huang, H., & Jiang, Y. (2012). Effect of plant growth regulators on banana fruit and broccoli during storage. *Scientia horticulturae*, 145, 62-67.
- Ishkeh, S. R., Asghari, M., Shirzad, H., Alirezalu, A., & Ghasemi, G. (2019). Lemon verbena (*Lippia citrodora*) essential oil effects on antioxidant capacity and phytochemical content of raspberry (*Rubus ulmifolius* subsp. *sanctus*). *Scientia horticulturae*, 248, 297-304.
- Jin, P., Zhu, H., Wang, J., Chen, J., Wang, X., & Zheng, Y. (2012). Effect of methyl jasmonate on energy metabolism in peach fruit during chilling stress. *Society of Chemical Industry*, 10: 1002-5973.
- Ju, Z., Duan, Y., & Ju, Z. (2000). Plant oil emulsion modifies internal atmosphere, delays fruit ripening, and inhibits internal browning in Chinese pears. *Postharvest Biology and Technology*, 20, 243–250.
- Kan, T. (2016). Investigation of vitamin content in apricot cultivars and wild apricot grown at different altitudes. *Middle-East J. Sci. Res.* 2(2), 110-118.
- Kan, T., & Karaat, F. (2019). Farklı rakımlarda yetiştirilen bazı kayısı çeşitleri ile zerdali meyvelerinde fenolik bileşiklerin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (1), 88-93.
- Karaçalı, İ. (2012). *Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494, Bornova-İzmir.

- Kıpçak, S., Ekincialp, A., Erdinç, Ç., Kabay, T., & Şensoy, S. (2019). Tuz stresinin farklı fasulye genotiplerinde bazı besin elementi içeriği ile toplam antioksidan ve toplam fenol içeriğine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(1), 136-144.
- Küçükbasmacı Sabır F, Genç F, Çavdarıcı M (2018) Hasat sonrası UV-C uygulamalarının çilekte muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 28 (4) 458–465.
- Lazan, H., Ali, Z.M. & Sim, W.C. (1990). Retardation of ripening and development of water stress in papaya fruit seal-packaged with polyethylene film. *Acta Hort.* 269, 345-358.
- Leslie, C.A., & Romani, R.J. (1986). Salicylic Acid: A New Inhibitor of Ethylene Biosynthesis. *Plant Cell Reports* 5, 144-146.
- Martínez-Espláa, A., Zapataa, P.J., Castillóa, S., Guilléna, F., Martínez-Romeroa, D., Valeroa, D. & Serranob, M. (2014). Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. 1. Improvement of fruit growth and quality attributes at harvest. *Postharvest Biology and Technology*, 98, 98–105.
- Marzouk, H.A. & Kassem, H.A., (2011). Improving yield, quality and shelf life of Thompson seedless grapevine by preharvest foliar applications. *Sci. Hortic.*
- Massolo, J. F., Lemoine, M. L., Chaves, A. R., Concellón, A., & Vicente, A. R. (2014). Benzylaminopurine (BAP) treatments delay cell wall degradation and softening, improving quality maintenance of refrigerated summer squash. *Postharvest Biology and Technology*, 93, 122-129.
- Meir S., Philosoph-Hadas, S., Lurie, S., Droby, S., Akerman, M., Zauberman, G., Shapiro, B., Cohen, E., & Fuchs, Y. (1996). Reduction of chilling injury in stored avocado, grapefruit, and bell pepper by methyl jasmonate, *Can. J. Bot.* 74, 870-874.
- Mertens-Talcott, S. U., Jilma-Stohlwetz, P., Ríos, J., Hingorani, L., & Derendorf, H. (2006). Absorption, metabolism and antioxidant effects of pomegranate (*Punica granatum* L.) polyphenols after ingestion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 8956–8961.
- Mulagund, J., Porika, H., Soorianathasundaram, K. & Deepika, C., (2015). Influence of growth regulators combined with chemicals to improve post-harvest fruit quality in banana cv. Nendran (Musa AAB). *J. Food Process. Technol.* 6, 428
- Nickell, L.G. (1986) The effect of N-(2-chloro-4-pyridyl)-N-phenylurea on grapes and other crops *Proc. Plant Growth Regul. Soc. Am.*, 13 (1986), pp. 236-241
- Ogata, T. & Saito, K. (1988). Oshima Effect of N-phenyl-N'-(4-pyridyl) urea (4-pu) on fruit size: apple, Japanese pear, grapevine, and kiwi fruit *Acta Hort.*, 239, pp. 395-398
- Özden, Ç. & Bayindirli, L., (2002). Effects of combinational use of controlled atmosphere, cold storage and edible coating applications on shelf life and quality attributes of green peppers. *European Food Research and Technology*, 214, 320–326.
- Özeker, E. (2005). Salisilik Asit ve Bitkiler Üzerindeki Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 42(1), 213-223
- Öztürk, B., Özkan, Y. & Yıldız, K. (2014). Methyl jasmonate treatments influence bioactive compounds and red peel color development of Braeburn apple. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38, 688-699.
- Paull, R.E. & Chen, N.J. (1989). Waxing and plastic wraps influence water loss from papaya fruit during storage and ripening. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 114 (6), 937/942
- Peng, L., & Jiang, Y. (2006). Exogenous Salicylic Acid Inhibits Browning of Fresh-cut Chinese Water Chestnut. *Food Chemistry* 94, 535–540.
- Pérez, A.G., Sanz, C., Olías R., & Olías, J.M. (1997) Effect of methyl jasmonate on in vitro strawberry ripening, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(10), 3733-3737.
- Serrano, M., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., & Valero, D. (2005). The use of natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6(1), 115-123.
- Swain, T., & Hillis, W. E. (1959). The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I.—The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 10(1), 63-68.
- Torun, M. (2015). *Influence of gamma irradiation and edible coating on shelf life of peeled garlic stored at different conditions* (Doktora Tezi, basılmamış). Akdeniz Üniversitesi.

- Tsantili, K., Rekoumi, P.A., & Roussos, C. (2002). Pontikis Effects of postharvest treatment with N6-benzyladenine on green olive fruit *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, 77 (2002), pp. 294-299
- Vergis, J., Gokulakrishnan, P., Agarwal, R.K., & Kumar, A. (2015). Essential oils as natural food antimicrobial. *Food Sci. Nutr.* 55, 1320–1323.
- Vick, B.A., & Zimmerman, D.C. (1984). Biosynthesis of jasmonic acid by several plant species, *Plant Physiology*, 75(2), 458-461.
- Wang, C. Y. (2003). Maintaining postharvest quality of raspberries with natural volatile compounds. *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 869–875
- Wang, S. Y. & Zheng, W. (2005). Preharvest application of methyl jasmonate increases fruit quality and antioxidant capacity in raspberries. *International Journal of Food Science and Technology*, 40, 187–195.
- Wang, S. Y., Bowman, L., & Ding, M. (2008). Methyl jasmonate enhances antioxidant activity and flavonoid content in blackberries (*Rubus* spp.) and promotes antiproliferation of human cancer cells. *Food Chemistry*, 107, 1261–1269.
- YueMing, J., & JiaRui, F. (1998). Effect of postharvest treatment with N6-benzyladenine on quality of litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. *Tropical Science (United Kingdom)*.
- Zhang, C. & Whiting, M.D. (2011). Improving 'Bing' sweet cherry fruit quality with plant growth regulators. *Sci. Hortic.* 127, 341–346.
- Zhang, H., Maa, L., Turner, M., Xu, H., Dong, Y. & Jiang, S., (2009). Methyl jasmonate enhances biocontrol efficacy of *Rhodotorula glutinis* to postharvest blue mold decay of pears. *Food Chemistry*, 117, 621–626.
- Zhang, K., Novak, O., Wei, Z., Gou, M., Zhang, X., Yu, Y. & Liu, C. J. (2014). Arabidopsis ABCG14 protein controls the acropetal translocation of root-synthesized cytokinins. *Nature Communications*, 5(1), 1-12.
- Zhu, Z., & Tian, S. (2012). Resistant responses of tomato fruit treated with exogenous methyl jasmonate to *Botrytis cinerea* infection, *Scientia Horticulturae*, 142, 38-43



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

Van Bölgesinde Yetişen *Allium schoenoprasum* L. Bitkisinin Toplam Flavonoid, DPPH Radikal Söndürme, Lipid Peroksidasyonu ve Antimikrobiyal Aktivitesinin Araştırılması

Yılmaz KOÇAK*¹, Gökhan OTO², İsmet MEYDAN³, Hamdullah ŞEÇKİN⁴

^{1,3,4}Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Van, Türkiye

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Farmakoloji Bölümü, Van, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-8364-4826> ²<https://orcid.org/0000-0001-7310-7800> ³<https://orcid.org/0000-0001-5640-6665>

⁴<https://orcid.org/0000-0003-3884-4121>

*Sorumlu yazar e-posta: yilmazkocak@yyu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 14.01.2020

Kabul: 03.03.2020

Online Yayınlanma 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.674507

Anahtar kelimeler

Antimikrobiyal,
A. schoenoprasum L.,
DPPH,
Flavonoid,
Lipid peroksidasyon.

Öz: Bu çalışma, *Allium schoenoprasum* bitkisinin etanol ekstresinin, insan sağlığını etkileyen bazı antioksidan parametreler ve patojen mikroorganizmalar üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda, *A. schoenoprasum* etanol ekstresinin antioksidan etkisini belirlemek için DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) yöntemi kullanılmıştır. Lipid peroksidasyonunu önleme aktivitesi, TBA (Tiyobarbitürik asit) yöntemi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca bitki ekstresinin bazı patojenik bakteriler üzerindeki antimikrobiyal etkinliği disk difüzyon yöntemi ile araştırılmıştır. Toplam flavonoid bileşenleri belirlemek içinde kuersetin kullanılmıştır. Bulgularımıza göre, 0.2 mg/ml etanol ekstresinde bulunan toplam flavonoid bileşen miktarı 44.465 ± 0.204 µg/ml ile kuersetine eşdeğer olarak bulunmuştur. Ayrıca bitki ekstresinin lipid peroksidasyonunu önleme aktivitesi, pozitif kontrol olan BHA (Beta hidroksi asit) ile kıyaslandığında *A. schoenoprasum* etkili olduğu görülmüştür. DPPH radikal söndürme aktivitesi en düşük ve en yüksek konsantrasyon değerleri, % 60,125 - 96,285 iken BHA için bu değerler % 82,178 - 97,357 olduğu bulunmuştur. *A. schoenoprasum*'un etanol ekstresinin, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans* gibi bazı patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

Investigation of Total Flavonoid, DPPH Radical Scavenging, Lipid Peroxidation and Antimicrobial Activity of *Allium schoenoprasum* L. Plant Growing in Van Region

Article Info

Received: 14.01.2020

Accepted: 03.03.2020

Online Published 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.674507

Keywords

Antimicrobial,
A. schoenoprasum L.,
DPPH,
Flavonoid,
Lipid Peroxidation.

Abstract: This study, the effect of ethanol extract of *Allium schoenoprasum* plant was investigated on some antioxidant parameters and pathogenic microorganisms that affect human health. In this coverage, DPPH (1,1-diphenyl-2-picrilhydrazyl) method was used to determine the antioxidant effect of *A. schoenoprasum* ethanol extract. Lipid peroxidation prevention activity was evaluated by TBA (Thiobarbituric acid) method. Besides, the antimicrobial activity of plant extract on some pathogenic bacteria was investigated via disk diffusion method. Quercetin was used to determine total flavonoid components. According to our findings, the total flavonoid component amount found in 0.2 mg/ml ethanol extract was found equivalent to quercetin with 44.465 ± 0.204 µg/ml. In addition, *A. schoenoprasum* showed that it was effective compared to BHA (Beta hydroxy acid), which is the positive control of lipid peroxidation activity. While the lowest and highest concentration values of DPPH radical Scavenging activity were 60,125 - 96,285%, these values were found to be 82.178 - 97.357% for BHA. Ethanol extract of *A. schoenoprasum*, was determined to show antimicrobial activity against some pathogenic microorganisms such as *Bacillus subtilis*, *Escherichiacoli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans*.

1. Giriş

Modern tıp ve ilaç endüstrisindeki gelişmelere rağmen, tıbbi bitkiler yıllardan beri çeşitli hastalıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bitkilerin içeriğinde bulunan bileşenler güçlü antioksidan etki oluşturabilirler (Stajner ve ark., 2011). Antioksidanlar, oksidatif stres sonucu oluşan reaktif oksijen türlerinin (ROT), organizmada oluşturabileceği hücresel hasarı önleyen mekanizmalara sahiptirler. Antioksidanlar organizmada endojen olarak üretildiği gibi, eksojen olarak da doğal gıdalardan veya bitkilerden elde edilirler. C ve E vitamini, karotenoidler, eser elementler (selenyum, kükürt, çinko), flavonoid ve polifenolik bileşikler besin takviyelerinden elde edilen eksojen antioksidanlardır (Aslani ve Ghobadi, 2016; Shirshova ve ark., 2013).

Allium schoenoprasum Amaryllidaceae familyasından olup, *Allium* cinsinin yenilebilir en küçük türüdür. Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da doğada yabani olarak yetişebilen, aromatik çok yıllık bitkidir (Losin ve ark., 2017). Türkiye de özellikle Güneydoğu ve Doğu Anadolu'da yetişen *A. schoenoprasum*, taze yaprakları tüketilmekte ve aroması ile ünlü otlu peynire katılmaktadır. Bitki bölgede sirmo, sirim, sirik olarak adlandırılmaktadır (Fırat, 2015; Atasoy, 2010). Orta Çağ'dan günümüze kadar hem mutfak hem de tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır (Singh ve ark., 2018).

A. schoenoprasum vitamin, mineral ve aminoasitler bakımından zengin bir içeriğe sahip önemli bir bitkidir (Singh ve ark., 2018). Ayrıca fenolik, flavonoid, sülfür gibi çok çeşitli fitokimyasal bileşenlerde içermektedir (Stajner ve ark., 2011). Bu bileşenler çeşitli hastalıkların gelişimini önlemede koruyucu etki sağlayabilmektedir. Bitki geleneksel tedavi yöntemlerinde hipertansiyon, göğüs hastalıkları, kabızlık gibi rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Barazani ve ark., 2004; Parvu ve ark., 2014; Haro ve ark., 2017). Ayrıca yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda, antiinflatuar, antihipertansif, antihelmintik, antikanser ve antioksidan etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Sengupta ve ark., 2004; Timite ve ark., 2013; Parvu ve ark., 2014).

Bitkisel kaynaklı maddelerin antioksidan potansiyelini değerlendirmek için DPPH serbest radikal söndürme yöntemi sıklıkla kullanılır. DPPH analizi, antioksidanların radikal süpürücü aktivitesini değerlendirmek için kullanılan güvenilir ve ekonomik yöntemlerden biridir. Lipid peroksidasyonu, serbest radikal kaynaklı doku hasarının en önemli sonuçlarından biridir. Aşırı radikal ürünlerin birikimi lipid peroksidasyonu, protein oksidasyonu ve enzim inhibisyonu ile gelişen oksidatif stres sonucu hücre ölümüne neden olduğu bildirilmektedir (Alam ve ark., 2013). Antioksidan bileşenler özellikle flavonoidler, serbest yağ radikallerini inaktive ederek lipid peroksidasyonunu önleyebilirler (Pokorny ve ark., 2001).

Bu çalışmanın amacı; *A. schoenoprasum* etanol ekstresinin toplam flavonoid içeriği, serbest radikal söndürme aktivitesi ve bazı patojen bakteriler üzerinde antimikrobiyal etkinliğini araştırmak için planlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Allium schoenoprasum (Sirmo) Van yöresinde Mayıs - Haziran aylarında toplanmıştır. Bitki materyali Van YYÜ Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Herbariumunda gerekli identifikasyon işlemleri yapıldıktan sonra, kayıt altına alınmıştır (Süleyman Mesut Pınar, 7357). Daha sonra bitki gölgede kurutularak çalışma için uygun ortamda saklanmıştır (Şekil 1, 2).

2.1. Bitki ekstraktının hazırlanması

Gölgede kurutulmuş *Allium schoenoprasum* bitkisi, elektrikli değirmende öğütülüp toz haline getirildikten sonra, %80'lik 4 lt etanol içinde 3 gün manyetik karıştırıcı altında maserasyon işlemi uygulanmıştır. Ekstre, daha sonra Whatman süzgeç kâğıdından geçirilerek rotary evaporatörde, 50°C sıcaklıkta etanolden ayrıştırma işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen bitki ekstresi falkon tüplerine konulup -80°C'de 5 gün bekletilmiştir. Daha sonra liyofilizatör cihazında -80°C'de 48 saat liyofilize işlemi uygulanarak muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. *Allium schoenoprasum* bitkisi (Koçak 2019). Şekil 2. Bitkinin gölgede kurutulma işlemi.

2.2. Toplam flavonoid bileşen miktar tayini

Allium schoenoprasum etanol ekstresinin toplam flavonoid bileşen tayini Zhishen ve ark., (1999) çalışmasından esinlenerek yapılmıştır. Kuersetin 100 µg/ml'lik stok metanol çözeltisi 5, 10, 15, 20, 25, 50 ve 100 µg/ml'lik konsantrasyonlarda çözeltileri hazırlandı. Çalışmanın konusu olan *A. schoenoprasum* etanol ekstresinden 0,2 µg/ml'lik çözelti aynı zamanda hazırlandı. Daha sonra bu çözeltiler üzerine 0,1 ml % 10'luk Alüminyum nitrat ($Al(NO_3)_3$), 0,1 ml 1 molar Potasyum asetat (CH_3CO_2K) ve 3,8 ml metanol ilave edildi. Bu işlemden sonra hazırlanmış olan tüplere 1ml kuersetin ve bitki ekstre çözeltisi ilave edilip karıştırıldı. Elde edilen bu karışımlar 25°C de 40 dakika su banyosunda inkübasyona bırakıldı. Son olarak da bu işlem bittikten sonra spektrofotometrede 425 nm'de absorbansları okundu. Kuersetinin artan konsantrasyonuna göre etanol ekstresinin değerleri grafiğe taşındı. Bu grafik sonucunda aşağıdaki eşitlik elde edilmiştir.

$$\text{Absorbans (A)} = 0.028 \times \text{kuersetin } (\mu\text{g}) \quad (R^2 = 0,9989) \quad (1)$$

2.3. DPPH radikal söndürme aktivitesi

Allium schoenoprasum DPPH söndürme aktivitesini, Blois, (1958) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak hesaplanmıştır. Bu işlemde pozitif kontrol olarak BHA kullanılmıştır. 1 mg/ml DPPH ve aynı oran da ekstre çözeltileri 8 ayrı tüplerde farklı konsantrasyonlarda 5, 10, 15, 20, 25, 50, 100 ve 200 µg/ml olarak hazırlandı. Etanol ekstresi ve pozitif kontrolden 3'er ml alınarak tüplere 1 Mm DPPH çözeltisi ilave edildi. Tüpler içerisinde oluşan karışımlar 30 dk karanlıkta ve oda sıcaklığında inkübasyona bırakıldı. Bu süre sonunda 517 nm'de absorbans değerleri okundu. Bu işlemlerin sonucu olarak artan DPPH etanol konsantrasyonuna karşın *A. schoenoprasum* etanol konsantrasyonunun grafiği aşağıdaki eşitlik kullanılarak elde edilmiştir.

$$\% I = [(A \text{ kontrol} - A \text{ örnek}) / A \text{ kontrol}] \times 100 \quad (2)$$

2.4. Lipid peroksidasyon inhibisyon aktivitesi

Allium schoenoprasum etanol ekstresinin lipid peroksidasyonu önleme aktivitesi TBA (Tiyobarbitürik asit) metodu kullanılarak bulundu (Lo ve ark., 2005). Bu deneyde pozitif kontrol olarak BHA (Butil hidroksi anisol) kullanıldı. BHA % 97'lik etanol çözeltisinde 30 mg/10ml ve aynı şekilde ekstrenin % 70'lik etanol çözeltisi içerisinde 4 ayrı konsantrasyonlarda 50, 100, 200 ve 400 µg/ml olarak hazırlandı. Çözeltiler üzerine önceden hazırlanmış olan karaciğer homojenatı, bitki ekstresi, demir (III) klorür ($FeCl_3$), etilendiamin tetraasetik asit (EDTA), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve askorbik asit ile sırasıyla her birinden 200 ml eklenerek karıştırıldı. Daha sonra 37°C'de 1.5 saat inkübasyona bırakıldı. İnkübasyondan sonra karışımın üzerine 1200 ml % 28'lik TCA (Trikloro asetik asit) ilave edilerek 3000 rpm'de 15 dk santrüfjü edildi. Süpernatantlar alındıktan sonra üzerine 1200 ml TBA ilave edildi ve 100 °C 10 dk bekletildikten sonra örnekler buz içerisinde alınarak

spektrofotometrede 532 nm’de absorbans değerleri okundu. Sonuçlar artan ekstre absorbans değerlerine karşın, % inhibisyon değerleri aşağıdaki denkleme göre grafiğe aktarılmıştır.

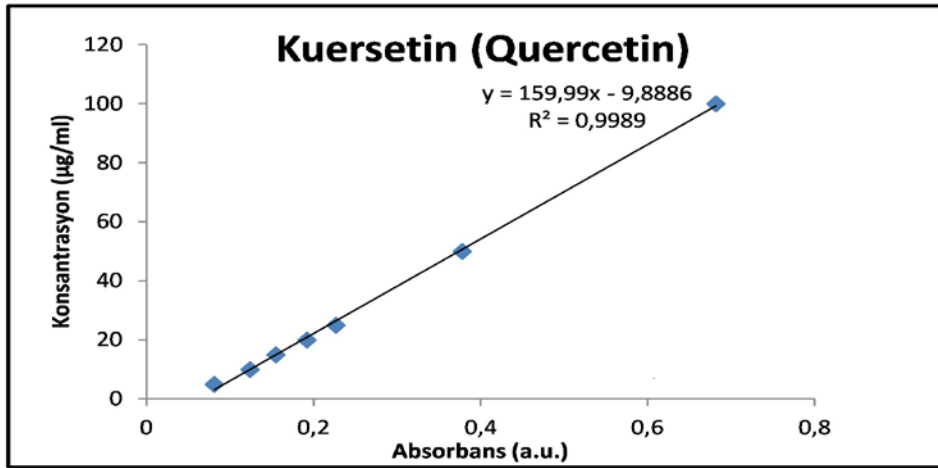
$$\% I = [(A \text{ kontrol} - A \text{ örnek}) / A \text{ kontrol}] \times 100 \quad (3)$$

2.5. Antimikrobiyal aktivite

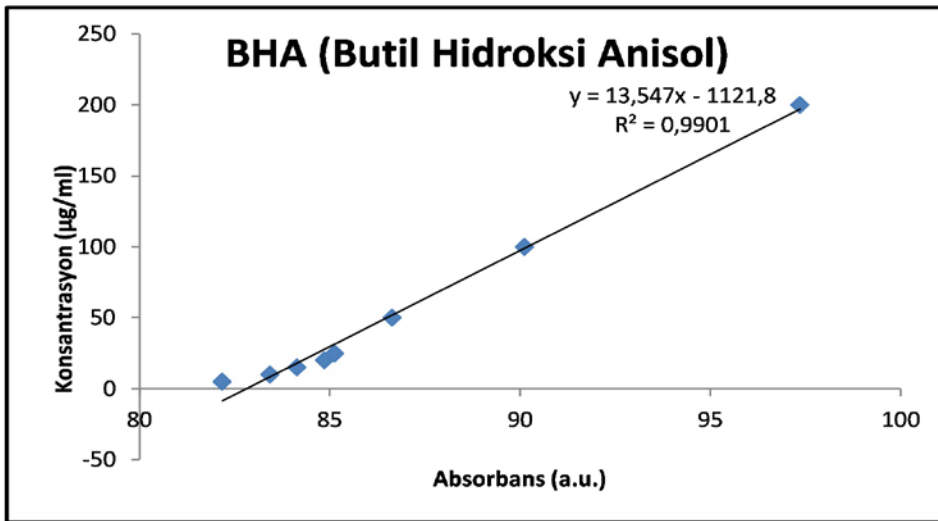
Yapılan çalışmada kullanılan patojenik mikroorganizmalar; *Escherichia coli* ATCC 25952, *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Candida albicans* ATCC 90028’olarak belirlenmiştir. Mikroorganizmalar Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Moleküler Biyoloji ve Genetik bölümünden temin edilmiştir. *A. schoenoprasum* bitkisinden elde edilen etanol ekstresinin antimikrobiyal aktivitesi, disk difüzyon yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir (Şapcı ve Vural, 2017). Çalışmanın pozitif kontrolü için neomisin antibiyotiği kullanılmıştır.

3. Bulgular

Pozitif kontrol olan kuersetin için farklı konsantrasyonlardaki absorbans değerleri Şekil 3’de gösterilmiştir. Bitkinin etanol ekstresi 0,2 mg/ml’de içerdiği toplam flavonoid bileşen miktarı $44,46525 \pm 0,204 \mu\text{g} / \text{ml}$ kuersetine eş değer olarak bulunmuştur.

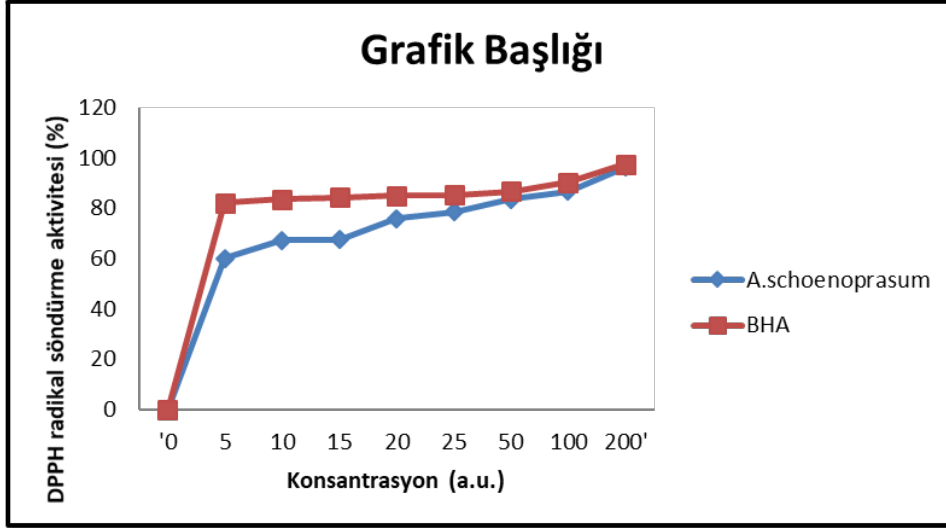


Şekil 3. Kuersetinin artan konsantrasyonlarına karşılık absorbans değerleri.



Şekil 4. BHA'nın artan konsantrasyonuna karşın ölçülen absorbans değerleri.

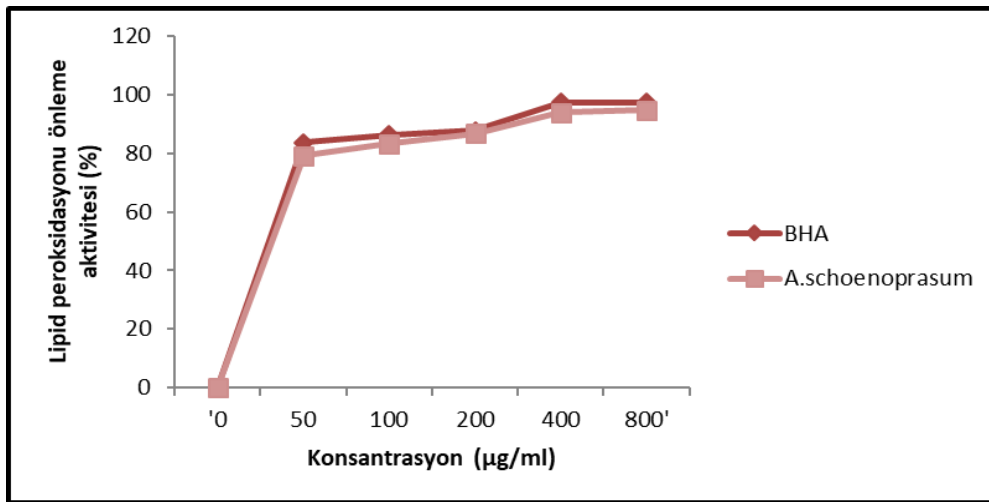
Pozitif kontrol olan BHA için farklı konsantrasyonlardaki absorbans değerleri Şekil 4'de gösterilmiştir. Etanol ekstresinin DPPH radikal söndürme aktivitesi Şekil 5'de gösterilmiştir. Mevcut çalışmamızda, DPPH radikal söndürme aktivitesi en düşük ve en yüksek konsantrasyon değerleri, % 60,125 - 96,285 iken BHA için bu değerler, % 82,178 - 97,357 olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5. *Allium schoenoprasum* bitkisinin etanol ekstresinin farklı konsantrasyonlardaki DPPH radikal söndürme aktivitesi (pozitif kontrol olarak BHA kullanılmıştır).

En yüksek konsantrasyon olan 800 µg/ml'de BHA'nın lipid peroksidasyonu önleme aktivitesi % 97,79 iken, *A. schoenoprasum* bitkisinin, % 94,70 olduğu görülmektedir (Şekil 6). *A. schoenoprasum* etanol ekstresinin, lipid peroksidasyonunu önleme aktivitesinin, pozitif kontrol olan BHA ile kıyaslandığında etkili olduğu görülmüştür.

Disk difüzyon yöntemi kullanılarak yapılan, antimikrobiyal aktivite çalışmasının sonuçları Çizelge-1'de gösterilmektedir. Elde edilen veriler incelendiğinde bitki ekstraktının *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Escherichia coli* ATCC 25952, *Bacillus cereus* ATCC 10876, ve *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 suşlarına karşı antibakteriyel etki ve ayrıca *Candida albicans* ATCC 90028 mantarına karşı antifungal aktiviteye sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 6. *Allium schoenoprasum* bitkisinin lipid peroksidasyonunu önleme aktivitesi.

Çizelge 1. *Allium schoenoprasum* ekstresinin antimikrobiyal aktivite sonuçları.

| Test Mikroorganizmaları | İnhibisyon çapı (mm) | |
|---|-------------------------|----------|
| Bakteri | <i>A. schoenoprasum</i> | Neomisin |
| <i>Bacillus cereus</i> ATCC 10876 | 14 ± 0.1 | 21 ± 0.1 |
| <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212 | 13 ± 0.4 | 15 ± 0.3 |
| <i>Escherichia coli</i> ATCC 25952 | 11 ± 0.1 | 16 ± 0.4 |
| <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213 | 12 ± 0.2 | 18 ± 0.2 |
| Mantar | | |
| <i>Candida albicans</i> ATCC 90028 | 16 ± 0.2 | 20 ± 0.4 |

4. Tartışma ve Sonuç

İnsanlar uzun yıllardan beri bitkisel kaynaklı maddeleri çeşitli amaçlar için kullanmışlardır. Günümüzde bitkiler birçok hastalığın tedavisinde, gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bitkilerin içeriğinde bulunan fenolik ve flavonoid bileşenler, A, E, C vitaminleri, terpenler ve karotenoidler, çeşitli hastalıklarda koruyucu ve tedavi edici özelliklere sahiptirler. Günümüzde stres, sigara, alkol kullanımı ve çeşitli kimyasal ajanlara maruz kalma insan vücudunda serbest radikallerin oluşumuna neden olur. Bu radikallerin aşırı üretimi oksidatif stresin başlangıcına ve antioksidan dengenin bozulmasına sebep olmaktadır. Bunun sonucunda hücre hasarı ile birlikte yaşlılık, diyabet, kardiyovasküler ve kanser gibi hastalıkların oluşumuna neden olmaktadır (Alam ve ark., 2013). Vücutta oluşan bu hastalıkların önlemek için insanlar tarafından antioksidan bileşen yönünden zengin bitkilerden faydalanılmaktadır. Bu amaçla *A. schoenoprasum* bitkisinin bazı antioksidan parametreler ve patojen mikroorganizmalar üzerindeki etkinliği değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada *A. schoenoprasum* etanol ekstresinin toplam flavonoid bileşen miktarı 44.465 ± 0.204 µg/ml kuersetine eşdeğer olarak bulunmuştur (Şekil 3). Sinaga ve arkadaşlarının (2018) yaptığı çalışmada, Endonezya'da yetişen *A. schoenoprasum* bitkisinin farklı çözeltilerdeki total flavonoid içerikleri, etanolde 23.07 ± 0.16 , etil asetatda 34.64 ± 1.60 olarak kuersetine eşdeğer olarak belirlenmiştir. *A. schoenoprasum* ve *Allium* cinsi bitkiler ile yapılan çalışmalar ile sunulan çalışma kıyaslandığında; *A. schoenoprasum* etanol ekstresinin total flavonoid bileşen içeriği bakımından zengin olduğu görülmektedir (Chen ve ark., 2013; Trifunski ve ark., 2015; Myint ve ark., 2020). *Allium* cinsi; soğan, frenk soğanı, sarımsak ve pırasa gibi önemli bitkileri içermektedir. *Allium* türlerinde yaklaşık 50 çeşit flavonoid bileşenlerinin olduğu bildirilmiştir (El Shabrawy ve ark., 2014). Flavonoidler sağlığın korunması ve hastalıkların önlenmesi için olumlu etkiler sağlamaktadır. İnsan vücuduna faydalı sayısız farmakolojik aktiviteleri nedeniyle antiinflamatuvar, antiarteriyel, antimutajenik, kardiyoprotektif, enzimatik aktivitenin modülatörleri ve antikanser aktivitesinin yanı sıra ilaçların geliştirmesinde kullanılmıştır (Wen ve ark., 2017). Ayrıca oksidatif stres seviyelerini koruyarak antioksidan etki gösterdiği bildirilmiştir (Naeimi ve Alizadeh 2017). Sunulan çalışmada *A. schoenoprasum* bitkisinin toplam flavonoid bileşenleri bakımından zengin olması oksidatif stres kaynaklı oluşabilecek hastalıklara karşı faydalı etkilerinin olabileceğini göstermektedir.

DPPH serbest radikal söndürme aktivitesi biyolojik kaynakların antioksidan potansiyelini in vitro olarak değerlendirmek için kullanılan yöntemlerden birisidir (Sharma ve Bhat, 2009; Alam ve ark., 2013). Mevcut çalışmamızda, DPPH radikal söndürme aktivitesi en düşük ve en yüksek konsantrasyon değerleri Şekil 5'de gösterilmiştir. *A. schoenoprasum* antioksidan etkinliğinin belirlenmesi için yapılan çalışmada, DPPH yöntemi ile bitkinin baş, sap ve yapraklarının enzimatik antioksidanları (SOD, CAT, GPx) artırdığı, MDA, O₂⁻, OH⁻ radikallerini ise azalttığını bildirmişlerdir (Stajner ve ark., 2004). Çalışmanın sonucunda en yüksek aktiviteyi bitkinin yaprak kısmının gösterdiği belirlenmiştir. Bitkinin doku kültürü organlarının antioksidan aktivitesinin değerlendirildiği çalışmada, inceleme sonucunda *A. schoenoprasum*'un tüm doku organlarının antioksidan aktivite gösterdiğini ancak kök ve yaprakların daha etkili olduğunu ileri sürmüşlerdir (Stajner ve ark., 2011). Parvu ve arkadaşlarının (2014) yaptığı çalışmada, DPPH analiz sonuçlarına göre bitkinin antioksidan kapasitesinin düşük olduğu bildirilmiştir. Stajner ve arkadaşlarının (2009) *Allium* cinsi bitkilerin antioksidan kapasitesini ölçmek için yaptıkları çalışmada, *A. schoenoprasum* bitkisinin yaprak kısımlarının güçlü antioksidan kapasiteye sahip olduğu bildirmişlerdir. Sunulan çalışmada bitkinin yaprak kısımları kullanılmış ve yapılan çalışmalarla uyumluluk göstermiştir. Egertm ve Tevini (2002) ve Singh ve arkadaşlarının (2017) bildirdiği gibi, *A. schoenoprasum*'un antioksidan özelliğinin,

bitkinin içeriğindeki flavonoid bileşenlerinden olan kaempferol bileşiğinden veya bitkinin kuersetin ve α -tokoferol bileşikleri içermesinden kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir.

Lipid peroksidasyonu, hücre ölümünün yaygın bir sonucu olarak gelişen bir durumdur. Bu durum inflamasyon, kanser, ksenobiyotiklerin ve yaşlanmanın toksisitesinde peroksidatif doku hasarına neden olabilir. Malondialdehit (MDA), lipid peroksidasyon sürecindeki son ürünlerden birisidir. Malondialdehit (MDA), oksidatif hasar sırasında, lipid peroksidasyonunun bir göstergesi olarak kabul edilen serbest oksijen radikallerinin bir ürünü olarak oluşur (Alam ve ark., 2013; Shichiri ve ark., 2014). *A. schoenoprasum*, *Allium* cinsi bitkilerin bir üyesidir (Singh ve ark., 2018). Çeşitli *Allium* cinsi olan (*Allium sativum*, *Allium cepa* gibi) bitkiler üzerinde antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada, bitkilerin lipid peroksidasyonun göstergesi olan MDA düzeylerinin artışı azalttığı bildirilmiştir (Stajner ve Verga, 2003). Ayrıca farklı bir çalışmada *A. sativum* bitkisinin oksidatif stresi inhibe ederek, lipid peroksidasyonunu önemli derecede azalttığı gösterilmiştir (Shrivastava ve ark., 2012). Stajner ve arkadaşları (2004), *A. schoenoprasum*'un baş, sap ve yapraklarındaki antioksidan etkilerinin belirlendiği çalışmada, bitkinin enzimatik antioksidanları SOD (süperoksit dismutaz), CAT (Katalaz), GPx (Glutasyon peroksidaz) seviyelerini artırdığı, MDA (Malondialdehit), O₂⁻ (Süperoksit), OH⁻ (Hidroksil) radikallerini ise azalttığı bildirilmiştir. Bu çalışmada, *A. schoenoprasum* bitkisinin pozitif kontrol BHA'ya göre karşılaştırıldığında lipid peroksidasyonu önleme aktivitesinin etkili olduğu görülmektedir (Şekil 6). Sunulan çalışma literatürlerle uyumluluk göstermektedir. *A. schoenoprasum* bitkisinin lipid peroksidasyonu inhibe edici aktivitesinin içeriğinde bulunan antioksidan aktivite gösteren bileşiklerden kaynaklanabileceği muhtemeldir.

Sunulan çalışmada, *Allium schoenoprasum* bitki ekstresinin bazı patojen bakteriler olan *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Candida albicans* üzerinde inhibe edici etkisinin olduğu bulunmuştur (Çizelge 1). Ceylan ve arkadaşları (2017) yaptıkları çalışmada, *Vaccinium myrtillus* (yaban mersini) bitki ekstraktının gram pozitif bakterilere karşı çok iyi bir etki gösterdiğini tespit etmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmada bitki ekstresinin gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı çok iyi bir inhibisyon çapı oluşturduğu görülmüştür. Ökmen ve ark. (2017) farklı baharat çeşitleri kullanarak elde ettikleri özütlerin antimikrobiyal etkisini incelemiş ve en yükseği 8 mm çapında olan inhibisyon zonları elde etmiştir. Küsküt (*Cuscuta campestris*) bitkisinin antifungal ve antibakteriyel etkinliğinin araştırıldığı çalışmada, bitkinin güçlü ve orta düzeyde (13-19.66 mm/inhibisyon zonu) antimikrobiyal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. (Sönmez ve ark., 2019). Parvu ve arkadaşları (2014), *A. schoenoprasum* bitkisinin esansiyel yağının gram pozitif ve gram negatif bakteriler üzerinde inhibe edici etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Sunmuş olduğumuz bu çalışmada otlu peynirin yapısına katılan bitkilerden biri olan *A. schoenoprasum*'un (şirno) patojen bazı mikroorganizmalara karşı yaklaşık 11-16 mm çapında inhibe edici bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Rattanachai-kunsopon ve Phumkhachorn (2008) bitkinin gıda kaynaklı bazı patojen bakteriler üzerinde inhibe edici etkisinin olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca araştırmacılara göre Amaryllidaceae familyasındaki bitkilerin antimikrobiyal etkisinden sorumlu bileşiğin *A. schoenoprasum* içeriğinde de bulunan dialil sülfür bileşeninden kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada, bitki ekstresinin mikroorganizmalar üzerindeki inhibe edici etkisinin muhtemelen sülfür bileşenleri ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak; çalışmamızdan elde edilen veriler, *A. schoenoprasum* ekstresinin DPPH radikal söndürme aktivitesi, lipid peroksidasyonunu önleme ve bazı patojen mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etkinliğinin olduğunu göstermiştir. Bu etkilerin muhtemelen bitkinin içeriğinde bulunan flavonoid, fenolik ve sülfür gibi biyoaktif bileşenlerden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, *A. schoenoprasum* bitkisinin fitokimyasal bileşenleri ve farmakolojik etkilerinin moleküler temellerinin daha ileri çalışmalarla desteklenmesi, oksidatif stres ve patojen mikroorganizma kaynaklı oluşabilecek hastalıklara karşı alternatif tedavi yöntemi olarak değerlendirilebileceği kanaatindeyiz.

Kaynakça

- Alam, MDN., Bristi, NJ., & Rafiquzzaman, MD. (2013). Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 21, 143-52.
- Aslani, B. A., & Sirous, G. (2016). Studies on oxidants and antioxidants with a brief glance at their relevance to the immune system. *Life sciences*, 146, 163-73.

- Atasoy, N. (2010). Van bölgesinde yetişen endemik bitkilerde pro-vitamin a (-karoten) tayini. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15, 134-42.
- Barazani, O. N., Dudai, UR, K., & Goldhirsh, A. G. (2004). Cadmium accumulation in *Allium schoenoprasum* L. grown in an aqueous medium. *Chemosphere*, 57, 1213-18.
- Blois, MS. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-200.
- Ceylan, Ş., Saral, Ö., Özcan, M., & Harşıt B. (2017). Yaban mersininin (*Vaccinium myrtillus* L.) farklı çözücü ekstraktlarındaki antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 18, 21-27.
- Chen, Shuxia, Shen, X., Cheng, S., Li, P., Du, J., Chang, Y., & Meng, H. (2013). Evaluation of garlic cultivars for polyphenolic content and antioxidant properties. *PLoS One*, 8(11), 1-12.
- Egert, M., & Tevini, M. (2002). Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). *Environmental and Experimental Botany*, 48, 43-49.
- El Shabrawy, M. O. A., Hosni, H.A., El Garf, İ. A., Marzouk, M. M., Kawashty, S. A., & Saleh, N. A. M., (2014). Flavonoids from *Allium myrianthum* Boiss. *Biochemical Systematics and Ecology*, 56, 125-28.
- Fırat, M. (2015). The Ethnobotanical Usage of Some East Anatolian (Turkey) *Allium* L. Species. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 5, 80-86.
- Haro, G., Sinaga, SM., Iksen, I., Nerdy, N., & Theerachetmongkol, S. (2017). Protective effects of chives leaves (*Allium schoenoprasum*) infusion against ethylene glycol and ammonium chloride induced nephrolithiasis in rats. *Journal of Applied Pharmaceutical Sci.*, 7, 222-25.
- Koçak, Y. (2019). *Sıçanlarda karbon tetraklorür ile oluşturulan karaciğer hasarında Allium Schoenoprasum L. (Sirmo) bitkisi etanol ekstresinin antioksidan ve sitoprotektif etkilerinin incelenmesi.* (Doktora Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Van
- Lo, K. M., Cheung, C. K. (2005). Antioxidant activity of extracts from the fruiting bodies of *Agrocybe aegerita* var, *Food Chemistry* 89(4), 533-539.
- Losin, A., Raba, D. N., Moldovan, C., Popa, V. M., & Dumbravă, D. G. (2017). The influence of freezing on the content of vitamin C, chlorophylls and carotenoids in chives (*Allium schoenoprasum* l.). *Scientific and Technical Bulletin*, 49.
- Myint, A. A., Aregay, M. G., Kang, M., Kim, B.S., Lee, Y. W., & Kim, J. (2020). Comprehensive study on the formation mechanism of highly bioactive compounds from *Allium hookeri* root using subcritical water and their antioxidant and anticancer effects. *The Journal of Supercritical Fluids*, 157, 104709.
- Naeimi, A. F., & Alizadeh, M., (2017). Antioxidant properties of the flavonoid fisetin: An updated review of in vivo and in vitro studies. *Trends in food science & technology*, 70, 34-44.
- Ökmen, G., Arslan, A., Vurkun, M., Mammadkhanli, M., & Ceylan, O. (2017). Farklı baharatların antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, 15(1), 16-28.
- Parvu, A.E., Parvu, M., Vlase, L., Miclea, P., Mot, A.C., & Silaghi-Dumitrescu, R. (2014). Anti-inflammatory effects of *Allium schoenoprasum* leaves. *J Physiol Pharmacol*, 65, 309-15.
- Pokorny, J. (2001). *Introduction, In: Antioxidants in Food Practical Applications*, Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M. (Eds), Woodhead Publishing Limited, (pp 1-3) Cambridge, England: CRC Press.
- Şapcı, H., & Vural, C. (2017). *Echinops phaeocephalus* (Asteraceae) Türünün Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 355-60.
- Sengupta, A., Ghosh, S., & Bhattacharjee, S. (2004). Allium vegetables in cancer prevention: an overview. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 5, 237-45.
- Sharma, Om. P., & Bhat, T.K. (2009). DPPH antioxidant assay revisited. *Food chem.*, 113, 1202-05.
- Shichiri, M., Yoshida, Y., & Niki, E. (2014). Chapter 4 - Unregulated Lipid Peroxidation in Neurological Dysfunction. In Ronald Ross Watson and Fabien De Meester (eds.), *Omega-3 Fatty Acids in Brain and Neurological Health* (Academic Press: Boston).
- Shirshova, T.I., Beshlei, I.V., Deryagina, V.P., Ryzhova, N. I., & Matistov, N.V. (2013). Chemical composition of *Allium schoenoprasum* leaves and inhibitory effect of their extract on tumor growth in mice. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 46, 672-75.

- Shrivastava, A., Chaturvedi, UP. MA., Singh, S. V., Kumar J., & Bhatia, G. (2012). A mechanism based pharmacological evaluation of efficacy of *Allium sativum* in regulation of dyslipidemia and oxidative stress in hyperlipidemic rats. *Asian J Pharm Clin Res*, 5, 123-26.
- Singh, V., Chauhan, G., Krishan, P., & Shri, R. (2018). *Allium schoenoprasum* L.: A review of phytochemistry, pharmacology and future directions. *Natural product research*, 32, 2202-16.
- Singh, V., Krishan, P., & Shri, R. (2018). Antioxidant-mediated neuroprotection by *Allium schoenoprasum* L. leaf extract against ischemia reperfusion-induced cerebral injury in mice. *Journal of basic and clinical physiology and pharmacology*, 29, 403-10.
- Sönmez, P. E., Kırbağ, S., İnci, Ş. (2019). Antifungal and Antibacterial Effect of Dodder (*Cuscuta campestris*) Used for Hepatitis Treatment of Mothers and Newborn Infants in Province Mardin in Turkey. *YYU J AGR SCI*, 29, 722-30.
- Stajner, D., Čanadanović-Brunet, J., & Pavlović, A. (2004). *Allium schoenoprasum* L., as a natural antioxidant. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 18, 522-24.
- Stajner, D., & Popović, B. (2009). Comparative study of antioxidant capacity in organs of different *Allium species*. *Open Life Sciences*, 4, 224-28.
- Stajner, D., Popović, B. M., Calić-Drăgosavac, D., Malenčić, D., & Zdravković-Korać, S. (2011). 'Comparative study on *Allium schoenoprasum* cultivated plant and *Allium schoenoprasum* tissue culture organs antioxidant status', *Phytotherapy Research*, 25, 1618-22.
- Stajner, D., & Varga, I. S. I. (2003). An evaluation of the antioxidant abilities of *Allium species*. *Acta Biologica Szegediensis*, 47, 103-06.
- Timité, G., Mitaine-Offer, A. C., Miyamoto, T., Tanaka, C., Mirjolet, J. F., Duchamp, O., & Lacaille-Dubois, M. A. (2013). Structure and cytotoxicity of steroidal glycosides from *Allium schoenoprasum*. *Phytochemistry*, 88, 61-66.
- Trifunski, S., Munteanu, M.F., Agotici, V., Pinte, S., & Gligor, R. (2015). Determination of flavonoid and polyphenol compounds in *Viscum album* and *Allium Sativum* extracts. *International Current Pharmaceutical Journal*, 4, 382-85.
- Wen, L., Zhao, Y., Jiang, Y., Yu, L., Zeng, X., Yang, J., et al. (2017). Identification of a flavonoid C-glycoside as potent antioxidant. *Free Radical Biology and Medicine*, 110, 92-101.
- Zhishen, J. Mengcheng, T., & Jianming, W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food chemistry*, 64, 555-59.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

Tohumluk Patates (*Solanum tuberosum* L.) Üretimine Optimizasyonu: Dikim Öncesi Gibberellik Asit Uygulamaları ile Dikim Sıklığının Etkileri

Arif ŞANLI^{*1}, Yeşim CİRİT²

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, ISPARTA

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Atabey Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, ISPARTA

¹<https://orcid.org/0000-0002-5443-2082> ²<https://orcid.org/0000-0001-9178-5752>

*Sorumlu yazar e-posta: arifsanli@isparta.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 27.12.2019
Kabul: 26.02.2020
Online Yayınlanma 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.666201

Anahtar kelimeler

Dikim Sıklığı,
Gibberellik Asit,
Patates,
Tohumluk Yumru Üretimi,
Yumru verimi.

Öz: Bu araştırma, tohumluk patates yumrusu üretiminde dikim öncesi gibberellik asit uygulamaları ile dikim sıklığının etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla Isparta koşullarında 2016 ve 2017 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada, dikimden önce tohumluk yumrulara 0, 1.5, 3.0 ve 4.5 ppm dozlarında GA₃ uygulanmış ve yumrular 20, 25 ve 30 cm sıra üzeri mesafelerde dikilmiştir. GA₃ uygulamaları patatesteki ana sal sayısı, ocakta yumru sayısı, tohumluk yumru verimi ve toplam yumru verimini önemli derecede arttırmıştır. Dikim sıklığı arttıkça ocakta yumru sayısı, ocak verimi ve ortalama yumru ağırlığı azalmış, tohumluk yumru verimi ile toplam yumru verimi ise artmıştır. Tohumluk yumru verimi bakımından en etkili uygulamalar 3.0 ve 4.5 ppm GA₃ uygulanarak 20 cm sıklıkta yapılan dikimler olmuş, bu uygulamalar ile A sınıfı tohumluk yumru veriminde yaklaşık % 57, B sınıfı tohumluk yumru veriminde ise % 88 artış sağlanmıştır. Çalışmada patates yumrularının dikim öncesi 3.0 ppm GA₃ uygulanarak 20 cm sıra üzeri mesafede dikilmeleri ile toplam yumru veriminde azalma olmadan tohumluk sınıfına giren yumru veriminin artırılacağı anlaşılmıştır.

Optimization of Seed Potato (*Solanum tuberosum* L.) Production: Effects of Pre-Sowing Gibberellic Acid Treatments and Planting Density

Article Info

Received: 27.12.2019
Accepted: 26.02.2020
Online Published 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.666201

Keywords

Gibberellic Acid,
Planting Density,
Potato,
Seed Tuber Production, Tuber Yield.

Abstract: This research was carried out in 2016 and 2017 in Isparta conditions in order to determine the effectiveness of pre-sowing gibberellic acid applications and planting density on seed potato tuber production. In this study, GA₃ was applied to seed tubers at 0, 1.5, 3.0 and 4.5 ppm before planting and tubers were planted at different in-row spacing (20, 25 and 30 cm). GA₃ applications significantly increased the number of main stem, number of tubers per hill, seed tuber yield and total tuber yield. As the planting density increased, number of tubers per hill, tuber yield per hill and average tuber weight decreased while seed tuber yield and total tuber yield increased. Planting at 20 cm in-row spacing by applying 3.0 and 4.5 ppm GA₃ were the most effective applications in terms of seed tuber yield and the Grade A seed tuber yield increased by 57% and Grade B seed tuber yield increased by 88% with these treatments. In the study, it was understood that seed grade tuber yield could be increased without decreasing in total tuber yield with planted of tubers at a distance of 20 cm in-row spacing by applying 3.0 ppm GA₃ before planting.

1. Giriş

Patates (*Solanum tuberosum* L.) farklı iklim bölgelerine adaptasyonunun yüksek olması, dengeli ve yüksek besin değeri ve kullanım alanlarının çeşitliliği gibi nedenlerden dolayı Dünyanın birçok yerinde üretimi ve tüketimi hızla artan bir bitkidir (Arioğlu ve ark., 2002). Türkiye’de yaklaşık 136 bin hektar alanda 4.5 milyon ton patates üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2018).

Patatesin yumruları ile çoğaltılıyor olması ve tohumluk yumrularındaki hastalıkların bir sonraki jenerasyona kolayca taşınabilmesi önemli derecede verim ve kalite kayıplarına neden olabilmektedir. Bu durum, üretimde kullanılan tohumluk yumruların kaliteli olmasını zorunlu kılmaktadır. Patates tarımında sertifikalı tohumluk kullanımı yumru verimi üzerine % 30-60 arasında katkı sağlamaktadır. Son 10 yılın ortalaması dikkate alındığında, ülkemizde yaklaşık 150 bin ha patates üretim alanı için (300 kg/da dikim normunda) her yıl yaklaşık 450 bin ton sertifikalı tohumluğa ihtiyaç bulunduğu ortaya çıkmaktadır. Anaç kademedeki ithal edilen yumruların tarla şartlarında sertifikalı özelliğe sahip yumru (35-60 mm) üretim oranı genellikle % 40-50 arasında değişmekte, bu durum ise zaten yüksek fiyatlarla ithal edilen tohumluklardan elde edilen sertifikalı tohumluk maliyetini daha da arttırmaktadır. Tohumluk yumru üretiminde, tohumluk sınıfına giren yumru sayısı ve veriminin yüksek olması arzu edilmektedir. Birim alan yumru sayısının artırılması ve homojen yumru teşekkülünün sağlanması ile sertifikalı özellikteki yumru veriminde artış sağlanabilmektedir.

Tohumluk yumru üretiminde birim alandan elde edilecek tohumluk özelliğindeki yumru sayısı ve veriminin daha yüksek olması amacıyla bitki sıklığının artırılması gerekmektedir. Patateste bitki sıklığı birim alandaki bitki sayısı ve bitki başına sap sayısı olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır (Wiersema, 1987). Patateste dikim sıklığı arttıkça ortalama yumru ağırlığı azalmakta, fakat birim alandan elde edilen yumru sayısı ve verimi artmaktadır (Gasimova ve ark., 2010; Mahmoodabad ve ark., 2010; Somarin ve ark., 2010; Masarirambi ve ark., 2012). Bitki sıklığını etkileyen diğer bir faktör sap sayısıdır. Tohumluk yumrularına dikim öncesi GA₃ uygulanması ile apikal dominansi kırılmakta ve daha fazla gözün uyanması ile sap sayısı artmaktadır (Mikitzel, 1993). GA₃ uygulamalarının bitkide sap sayısını arttırdığı, stolon oluşumunu teşvik ettiği ve buna bağlı olarak yumru sayısını arttırdığı bir çok çalışma ile ortaya konmuştur (Mikitzel, 1993; Yıldırım ve ark., 1999; Rehman ve ark., 2001; Çalışkan ve Arioğlu, 2002; Jbour, 2003; Yılmaz ve Kahrıman, 2006; Salimi ve ark., 2010).

Birim alandaki sap sayısının optimize edilerek hem birim alan yumru verimi hem de tohumluk sınıfına giren yumru veriminin artırılması tohumluk yumru üretimi açısından oldukça önemli bir konudur. Bu çalışmada, tohumluk yumrularına farklı dozlarda GA₃ uygulamaları ile dikim sıklığının tohumluk yumru üretimindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme alanlarında (37° 50' 47" K, 30° 32' 12" D, 1035 m) 2016 ve 2017 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü 2016 ve 2017 yıllarının Mayıs-Eylül aylarına ait toplam yağış miktarları (sırasıyla 202.7 mm ve 219.6 mm), uzun yıllar ortalamasından (126.2 mm) yüksek olmuştur. Aynı dönemde ortalama sıcaklık değerleri (sırasıyla 21.3 ve 20.0 °C), uzun yıllar sıcaklık ortalamasına (20.6 °C) yakın gerçekleşmiştir. Çalışmaların yürütüldüğü vejetasyon dönemindeki nispi nem oranları da % 48.8 ve % 52.4, uzun yıllar ortalamasına (%50.5) benzer olmuştur (Çizelge 1). Denemeler her iki yılda da benzer özelliklere sahip topraklarda kurulmuş ve bu alanlardan alınan (30 cm derinlikten) örneklerde deneme alanı toprakları tınlı, hafif alkali (pH:8.1), elverişli fosfor (182 ppm) ve potasyum (255 ppm) yönünden orta derecede, toplam azot (% 0.42) ve organik madde (% 1.71) bakımından ise fakir olarak belirlenmiştir.

Çalışmada ülkemizde yoğun olarak tarımı yapılan orta geççi özellikteki Agria çeşidinin sertifikalı yumruları ile sentetik bitki büyüme düzenleyicisi gibberellik asit (C22H26O8) (Sigma Aldrich, CAS No: 1373154-68-7) materyal olarak kullanılmıştır.

Ortalama 60 - 80 g ağırlığındaki tohumluk yumrular dikimden önce 4 farklı (0, 1,5, 3,0 ve 4,5 ppm) konsantrasyonda hazırlanan GA₃ solüsyonlarında 30 dakika süre ile muamele edilmiş (Mikitzel, 1993) ve daha sonra yıkanarak dikim zamanına kadar yaklaşık 1 hafta süre ile oda şartlarında kasalar içerisinde bekletilmiştir. Deneme, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde Faktöriyel Düzenlemeye göre

3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Patates dikimleri her iki yılda da Nisan ayının 2. haftasında boğaz doldurma pulluğu ile (70 cm sıra arası) açılan sıralara 20, 25 ve 30 cm sıra üzeri mesafe olacak şekilde el ile yapılmıştır. Denemede her parsel 6 m uzunluğunda 4'er sıra şeklinde planlanmış, her blokta 12 parsel (3 sıra üzeri mesafe x 4 GA₃ dozu), toplamda ise 36 parsel oluşturulmuştur. Araştırmanın her iki yılında da dikim öncesinde dekara saf 10 kg azot, fosfor ve potasyum gelecek şekilde 15-15-15 kompoze gübresi, boğaz doldurma ile birlikte de 10 kg/da saf azot hesabı ile Amonyum nitrat (% 33 azot) gübresi uygulanmıştır (Şanlı ve Karadoğan, 2012). Bitkilerin ihtiyaç duyduğu su yağmurlama sulama ile karşılanmış bu amaçla haftalık 4'er saat süre ile sulama yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi, çıkış öncesi herbisit (Senkor wp 70 (% 70 Metribuzin) kullanılarak yapılmıştır. Araştırmanın yapıldığı 2016 ve 2017 yıllarında hasat işlemleri, yumrularda kabuk oluşumunun tamamlandığı dönemler dikkate alınarak yapılmıştır. Her parselin kenarlarından 1'er sıra, baş ve sonlarından 1'er ocak kenar tesiri olarak ayrıldıktan sonra geriye kalan kısımdan rastgele seçilen 20 bitkide ocak başına yumru sayısı ve verimi ile ortalama yumru ağırlığı belirlenmiş, dekara yumru verimi ile yumruların iriliklerine göre dağılımları ise her bir parselde hasat alanında bulunan tüm bitkilerin hasat edilmeleri ile hesaplanmıştır. Yumruların iriliklerine göre dağılımlarında 25-35 mm arası yumrular A sınıf tohumluk, 35-60 mm arasında olanlar B sınıf tohumluk, 60 mm üzeri olanlar ise iri yumru olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmanın yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri

| Aylar | Yağış (mm) | | | Sıcaklık (°C) | | | Nem (%) | | |
|-------------------|------------|-------|-------|---------------|------|------|-----------|------|------|
| | 1950-2015 | 2016 | 2017 | 1950-2015 | 2016 | 2017 | 1950-2015 | 2016 | 2017 |
| Mayıs | 52.3 | 87.6 | 149.5 | 15.6 | 15.1 | 14.9 | 57.4 | 61.5 | 64.1 |
| Haziran | 30.6 | 12.4 | 30.9 | 20.2 | 22.0 | 20.3 | 51.2 | 43.9 | 58.4 |
| Temmuz | 14.6 | 25.7 | 13.1 | 23.7 | 25.4 | 25.3 | 45.3 | 40.8 | 41.7 |
| Ağustos | 11.7 | 45.4 | 20.4 | 23.2 | 24.7 | 23.8 | 46.4 | 47.6 | 52.4 |
| Eylül | 17.0 | 31.6 | 5.7 | 18.6 | 19.1 | 15.5 | 52.0 | 50.2 | 45.5 |
| Yağış Top. | | | | | | | | | |
| Sıcaklık-Nem Ort. | 126.2 | 202.7 | 219.6 | 20.26 | 21.3 | 20.0 | 50.5 | 48.8 | 52.4 |

*Isparta Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları

Veriler SAS (2009) istatistik paket programında GLM prosedürü kullanılarak standart varyans analizi tekniğinde (ANOVA) analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.

3. Bulgular

GA₃ uygulamalarının incelenen tüm parametreler üzerine etkileri, dikim sıklığının ise ana dal sayısı hariç tüm parametreler üzerine etkileri istatistiki anlamda önemli (P<0.01) bulunmuştur. Uygulama x dikim sıklığı interaksiyonunun iri yumru verimi ve ortalama yumru ağırlığına etkisi %5, tohumluk B yumru verimi ve toplam yumru verimine etkisi ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllar arasındaki farklılıklar sadece ortalama yumru ağırlığı özelliğinde %5 düzeyinde önemli bulunmuş, uygulama x yıl ve dikim sıklığı x yıl interaksiyonları önemsiz olmuştur (Çizelge 2).

3.1. Ana dal sayısı (adet/bitki)

GA₃ ve sıra üzeri mesafelerin ana dal sayısına etkileri her iki yılda da benzer olmuştur. GA₃ uygulama dozundaki artışla birlikte ana dal sayısı da önemli derecede (P>0.01) artmış, iki yıllık ortalama verilere göre kontrolde ortalama 4.8 adet/bitki olan ana dal sayısı, 4.5 ppm dozunda 6.6 adet/bitki olmuştur. Sıra üzeri mesafenin ana dal sayısı üzerine önemi bir etkisi olmamıştır (Çizelge 3).

3.2. Ocakta Yumru Sayısı (adet/ocak)

GA₃ uygulamaları ile bitki sıklığının ocakta yumru sayısına etkileri önemli bulunmuştur. İki yıllık ortalama verilere göre 3 ppm dozuna (8.8 adet/ocak) kadar yapılan GA₃ uygulamaları ocak

başına yumru sayısını kontrole (6.9 adet/ocak) göre önemli derecede arttırmış, 4.5 ppm dozunda (8.6 adet/ocak) önemli bir değişim meydana gelmemiştir (Çizelge 3). Sıra üzeri mesafenin 25 ve 30 cm olduğu dikimlerde ortalama ocak başına yumru sayısı 20 cm mesafe ile yapılan dikimlere göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 2. Araştırmada incelenen parametrelere ilişkin varyans analiz sonuçları.

| V.K. | S.D. | Ana Dal Say. | Ocakta yumru sayısı | Ocakta Yumru verimi | İri Yumru Verimi | Tohumluk B Yumru Verimi | Tohumluk A yumru verimi | Ortalama Yumru Ağırlığı | Toplam Yumru Verimi |
|----------------------|------|--------------|---------------------|---------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| Yıl | 1 | ns | ns | ns | ns | ns | ns | * | ns |
| Rep (yıl) | 4 | ns | ns | ns | * | ns | ns | ns | ns |
| GA ₃ Uyg. | 3 | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| Yıl x Uyg. | 3 | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Dik. Sık. (DS) | 2 | ns | ** | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| Yıl x DS | 2 | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Uyg. x DS | 6 | ns | ns | * | * | ** | ns | * | ** |
| Yıl x Uyg x DS | 6 | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns | ns |
| Hata | 44 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Genel Toplam | 71 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| CV (%) | | 4.9 | 4.0 | 5.5 | 8.3 | 6.8 | 12.1 | 6.6 | 5.8 |

** % 1 seviyesinde, * % 5 seviyesinde önemli farklılıkları göstermektedir.

3.3. Ocak Verimi (g/ocak)

GA₃ uygulamaları ocak verimini önemli derecede arttırmış, 3.0 ppm GA₃ uygulaması yapılan yumruların ocak verimleri diğer dozlardan daha yüksek olmuştur. Sıra üzeri mesafe arttıkça ocak verimi de önemli derecede artış göstermiştir. 20 cm mesafe ile yapılan dikimlerde 3.0 ppm GA₃ uygulamaları, 25 ve 30 cm sıra üzeri mesafelerde ise 3.0 ve 4.5 ppm dozları diğer uygulamalardan daha yüksek ocak verimine sahip olmuştur. Çalışmada en yüksek ocak verimleri 3.0 ve 4.5 ppm GA₃ uygulanarak 30 cm mesafede dikilen yumruların (sırası ile 1 318 ve 1 313 g/ocak), en düşük ise GA₃ uygulaması yapılmadan 20 cm mesafe ile dikilen yumruların (674 g/ocak) elde edilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında, GA₃ uygulamaları ile birlikte ocak veriminde 20, 25 ve 30 cm dikim sıklıklarında sırası ile % 53, % 34 ve % 24 artış meydana gelmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. GA₃ uygulamaları ve dikim sıklığının patatesten ana dal sayısı, ocakta yumru sayısı ve ocak verimine etkileri.

| Sıra üzeri mesafe (cm) | 2016 | | | | 2017 | | | | Yıl Ortalaması | | | |
|-------------------------|---------------------------------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| | 20 | 25 | 30 | Ort. | 20 | 25 | 30 | Ort. | 20 | 25 | 30 | Ort. |
| GA ₃ dozları | Ana dal sayısı (adet/bitki) | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 4.9 | 5.0 | 4.8 | 4.9 | 4.7 | 4.7 | 4.8 | 4.8 | 4.8 | 4.9 | 4.8 | 4.8 d |
| 1.5 ppm | 5.8 | 6.0 | 5.7 | 5.8 | 5.9 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.8 | 5.9 | 5.8 | 5.8 c |
| 3.0 ppm | 6.4 | 6.2 | 6.3 | 6.3 | 6.2 | 6.2 | 6.3 | 6.2 | 6.3 | 6.2 | 6.3 | 6.3 b |
| 4.5 ppm | 6.7 | 6.6 | 6.7 | 6.6 | 6.6 | 6.5 | 6.7 | 6.6 | 6.6 | 6.6 | 6.7 | 6.6 a |
| Ort. | 5.9 | 5.9 | 5.9 | 5.9a | 5.8 | 5.8 | 5.9 | 5.8a | 5.9a | 5.9a | 5.9a | |
| | Ocakta yumru sayısı (adet/ocak) | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 6.8 | 7.1 | 7.0 | 7.0 | 6.8 | 6.9 | 7.1 | 7.0 | 6.8 | 7.0 | 7.1 | 6.9c |
| 1.5 ppm | 7.6 | 8.1 | 8.2 | 8.0 | 7.5 | 8.0 | 8.1 | 7.8 | 7.6 | 8.0 | 8.1 | 7.9 b |
| 3.0 ppm | 8.4 | 8.8 | 8.7 | 8.6 | 8.2 | 8.7 | 8.6 | 8.5 | 8.3 | 8.8 | 8.7 | 8.8a |
| 4.5 ppm | 8.3 | 8.7 | 8.9 | 8.6 | 8.3 | 8.7 | 8.9 | 8.6 | 8.3 | 8.7 | 8.9 | 8.6a |
| Ort. | 7.8 | 8.2 | 8.2 | 8.0a | 7.7 | 8.1 | 8.2 | 8.0a | 7.7b | 8.1a | 8.2a | |
| | Ocak Verimi (g/ocak) | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 656 | 931 | 1 077 | 888 | 693 | 897 | 1 050 | 880 | 674g | 914f | 1 064de | 884d |
| 1.5 ppm | 922 | 1 102 | 1 183 | 1 069 | 937 | 1 148 | 1 204 | 1 096 | 930f | 1 125cd | 1 193bc | 1 083c |
| 3.0 ppm | 1 017 | 1 226 | 1 315 | 1 186 | 1 047 | 1 230 | 1 321 | 1 200 | 1 032e | 1 228b | 1 318a | 1 193a |
| 4.5 ppm | 913 | 1 153 | 1 265 | 1 110 | 955 | 1 238 | 1 360 | 1 184 | 934f | 1 195bc | 1 313a | 1 147b |
| Ort. | 877 | 1 103 | 1 210 | 1 063a | 908 | 1 128 | 1 234 | 1 090a | 893c | 1 116b | 1 222a | |

LSD_{int.} 69

3.4. İri yumru verimi (kg/da)

Çalışmada her iki yılda da 1.5 ppm dozu hariç GA₃ uygulamaları iri yumru verimini önemli derecede azaltmış, bu azalma uygulama dozundaki artışa paralel olarak gerçekleşmiştir. Dikim sıklığının iri yumru verimine etkileri önemli bulunmuş, 20 cm mesafe ile karşılaştırıldığında 25 ve 30 cm mesafe ile yapılan dikimlerde iri yumru verimi artmış, bu iki dikim sıklığı arasında önemli bir fark oluşmamıştır. Uygulamaların dikim sıklığına bağlı olarak iri yumru verimlerine etkileri de farklılık göstermiştir. 1.5 ppm GA₃ uygulanan yumruların iri yumru verimleri tüm dikim sıklıklarında da benzer olurken, kontrol ile 3.0 ve 4.5 ppm GA₃ uygulanana yumruların 25 ve 30 cm mesafe ile dikilmeleri ile elde edilen iri yumru verimleri 20 cm sıklıkla yapılan dikimlere göre daha yüksek olmuştur. En yüksek iri yumru verimleri 25 ve 30 cm mesafelerle dikilen kontrol yumruları (1232 ve 1299 kg/da) ile 1.5 ppm GA₃ uygulanarak tüm sıklıklarda (1201 - 1273 kg/da) dikilen yumrulardan, en düşük ise 3.0 (899 kg/da) ve 4.5 ppm (806 kg/da) GA₃ uygulanarak 20 cm sıklıkta dikilen yumrulardan elde edilmiştir (Çizelge 4).

3.5. Tohumluk B yumru (35-60 mm) verimi (kg/da)

GA₃ uygulama dozundaki artışla birlikte B sınıfına giren tohumluk yumru verimi de önemli derecede artmıştır. Dikim sıklığının B sınıfı tohumluk yumru verimine etkileri de önemli bulunmuş, sıra üzeri mesafe azaldıkça B sınıfı tohumluk yumru verimi artmıştır. GA₃ uygulamalarının B sınıfı tohumluk yumru verimine etkileri yumruların dikildiği sıklıklara bağlı olarak da önemli varyasyon göstermiştir. Sıra üzeri mesafenin artması ile B sınıfı tohumluk yumru veriminin azalmasına rağmen, 3.0 (2610 kg/da) ve 4.5 ppm (2326 kg/da) GA₃ uygulanarak 25 cm mesafe ile yapılan dikimlerde B sınıfı tohumluk yumru verimi GA₃ uygulaması yapılmadan 20 cm mesafe ile dikilen yumrulardan (2098 kg/da) daha yüksek olmuştur. Benzer şekilde 3.0 ppm GA₃ uygulanarak 30 cm sıklıkta (1969 kg/da) dikilen yumrular, uygulama yapılmadan 25 cm sıklıkta dikilen (1674 kg/da) yumrulardan daha yüksek B sınıfı tohumluk yumru verimine sahip olmuşlardır. Çalışmada en yüksek B sınıfı tohumluk yumru verimleri sırası ile 3.0 (3942 kg/da), 4.5 (3392 kg/da) ve 1.5 (3166 kg/da) ppm GA₃ uygulanarak 20 cm mesafe ile dikilen yumrulardan elde edilmiştir. Bu uygulamalar ile GA₃ uygulanmadan aynı sıklıkta dikilen yumrulara göre (2098 kg/da) B sınıfı tohumluk yumru veriminde sırası ile % 88, % 62 ve % 51 oranında artış gerçekleşmiştir (Çizelge 4). Araştırmada tüm dikim sıklıklarında da en yüksek B sınıfı tohumluk yumru verimleri 3.0 ppm GA₃ uygulanarak yapılan dikimlerde, en düşük yumru verimleri ise kontrol olarak dikilen yumrulardan elde edilmiştir.

3.6. Tohumluk A (25-30 mm) yumru verimi (kg/da)

Tohumluk yumru üretiminde A sınıfına giren (25-35 mm) yumrular daha değerli olup, bu yumruların kar marjları daha yüksektir. Çalışmada hem GA₃ uygulamaları hem de sık yapılan dikimler A sınıfı tohumluk yumru verimini önemli derecede arttırmıştır. 3.0 ve 4.5 ppm dozlarında yapılan uygulamalarda ortalama A sınıfı tohumluk yumru verimi daha yüksek olmuştur. A sınıfı tohumluk yumru verimi bakımından yıllar arasındaki farklılıklar da önemli bulunmuş, 2017 yılında ortalama A sınıfı tohumluk yumru verimi (813 kg/da) 2016 yılından (756 kg/da) daha yüksek olmuştur. GA₃ uygulanarak dikilen yumrular tüm dikim sıklıklarında benzer etki göstererek kontrole göre daha yüksek A sınıfı tohumluk yumru verimine sahip olmuşlardır. GA₃ uygulamaları ile birlikte 20, 25 ve 30 cm mesafe ile yapılan dikimlerde kontrole göre sırasıyla % 57, % 60 ve % 115'e varan A sınıfı tohum yumru verimi artışı gerçekleşmiştir (Çizelge 4).

3.7. Ortalama yumru ağırlığı (g)

Ortalama yumru ağırlığı 1.5 ve 3.0 ppm GA₃ uygulamaları ile önemli derecede artmış, 4.5 ppm dozunda ise tekrar azalarak kontrol ile benzer değere sahip olmuştur. Dikim sıklığının azalması ile birlikte ortalama yumru ağırlıkları önemli derecede artmış, 20 cm sıklıkta yapılan dikimlerde 125 g olan ortalama yumru ağırlığı, 30 cm sıklıkta 150 g olarak saptanmıştır. Farklı dozlarda GA₃ uygulamalarının dikim sıklığına bağlı olarak ortalama yumru ağırlığına etkileri de farklı olmuş, GA₃ uygulanmayan yumruların dikim sıklıkları arttıkça ortalama yumru verimleri artarken, GA₃

uygulanarak dikilen yumrulara ortalama yumru ağırlıkları 25 ve 30 cm sıra üzeri mesafe ile yapılan dikimlerde önemli bir değişim göstermemiştir. Kontrol ve GA₃ uygulanarak 30 cm sıklıkta yapılan dikimler (147-152 g) ile sadece GA₃ uygulanarak 25 cm sıklıkta dikilen yumrular (131-140 g) diğer uygulamalardan daha yüksek ortalama yumru ağırlığına sahip olmuşlardır. Çalışmada en düşük ortalama yumru ağırlıkları kontrol (99 g) ve 4.5 ppm GA₃ uygulaması (113 g) yapılarak 20 cm sıklıkta dikilen yumruların elde edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Farklı dozlarda GA₃ uygulanarak farklı sıra üzeri mesafelerde dikilen patates yumrularında büyük yumru verimi, orta yumru verimi, küçük yumru verimine ait ortalama veriler.

| Sıra üzeri mesafe (cm) | 2016 | | | | 2017 | | | | Yıl Ortalaması | | | |
|---------------------------|--|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| | 20 | 25 | 30 | Ort. | 20 | 25 | 30 | Ort. | 20 | 25 | 30 | Ort. |
| GA ₃ dozları | İri Yumru Verimi (kg/da) | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 1 056 | 1 290 | 1 310 | 1 219 | 1 061 | 1 174 | 1 288 | 1 174 | 1 059de | 1 232ac | 1 299a | 1 197a |
| 1.5 ppm | 1 173 | 1 245 | 1 265 | 1 228 | 1 230 | 1 300 | 1 261 | 1 263 | 1 201ac | 1 273ab | 1 263ab | 1 245a |
| 3.0 ppm | 938 | 1 227 | 1 183 | 1 116 | 859 | 1 165 | 1 127 | 1 050 | 899gh | 1 196bc | 1 155cd | 1 083b |
| 4.5 ppm | 838 | 1 022 | 991 | 950 | 774 | 1 059 | 913 | 915 | 806h | 1 041ef | 952fg | 933c |
| Ort. | 1 001 | 1 196 | 1 187 | 1 128a | 981 | 1 175 | 1 147 | 1 101a | 991b | 1 185a | 1 167a | |
| LSD _{int.} : 107 | | | | | | | | | | | | |
| | Tohumluk B Yumru (35-60 mm) Verimi (kg/da) | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 2 115 | 1 662 | 1 343 | 1 707 | 2 081 | 1 686 | 1 301 | 1 689 | 2 098fg | 1 674i | 1 322j | 1 698d |
| 1.5 ppm | 3 160 | 2 191 | 1 736 | 2 363 | 3 171 | 2 270 | 1 626 | 2 356 | 3 166c | 2 231ef | 1 681i | 2 359c |
| 3.0 ppm | 3 959 | 2 537 | 1 928 | 2 808 | 3 926 | 2 682 | 2 010 | 2 872 | 3 942a | 2 610d | 1 969g | 2 840a |
| 4.5 ppm | 3 351 | 2 278 | 1 653 | 2 427 | 3 434 | 2 374 | 1 784 | 2 531 | 3 392b | 2 326e | 1 718hi | 2 479b |
| Ort. | 3 146 | 2 167 | 1 665 | 2 326a | 3 153 | 2 253 | 1 680 | 2 362a | 3 150a | 2 210b | 1 673c | |
| LSD _{int.} : 185 | | | | | | | | | | | | |
| | Tohumluk A (25-30 mm) Yumru Verimi (kg/da) | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 755 | 527 | 284 | 522 | 856 | 556 | 327 | 580 | 806 | 542 | 305 | 551c |
| 1.5 ppm | 1 065 | 768 | 534 | 789 | 1 034 | 766 | 573 | 791 | 1 050 | 767 | 553 | 790b |
| 3.0 ppm | 1 247 | 808 | 618 | 891 | 1 284 | 927 | 676 | 962 | 1 266 | 868 | 647 | 927a |
| 4.5 ppm | 1 034 | 780 | 649 | 820 | 1 276 | 822 | 662 | 920 | 1 155 | 801 | 656 | 870a |
| Ort. | 1 025 | 721 | 521 | 756b | 1 113 | 768 | 560 | 813a | 1 069a | 744b | 540c | |

Çizelge 5. Farklı dozlarda GA₃ uygulanarak farklı sıra üzeri mesafelerde dikilen patates yumrularında ocak verimi ve toplam yumru verimine ait ortalama veriler

| Sıra üzeri mesafe (cm) | 2016 | | | | 2017 | | | | Yıl Ortalaması | | | |
|---|-----------------------------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| | 20 | 25 | 30 | Ort. | 20 | 25 | 30 | Ort. | 20 | 25 | 30 | Ort. |
| GA ₃ dozları | Ortalama yumru ağırlığı (g) | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 96 | 133 | 154 | 128 | 102 | 131 | 148 | 127 | 99e | 131bc | 151a | 127c |
| 1.5 ppm | 122 | 136 | 145 | 134 | 125 | 144 | 149 | 139 | 123cd | 140ab | 147a | 137ab |
| 3.0 ppm | 122 | 139 | 150 | 137 | 127 | 141 | 154 | 140 | 124cd | 140ab | 152a | 140a |
| 4.5 ppm | 110 | 133 | 142 | 128 | 116 | 142 | 153 | 137 | 113de | 138ac | 148a | 133bc |
| Ort. | 112 | 135 | 148 | 132a | 118 | 140 | 151 | 136a | 115c | 137b | 150a | |
| LSD _{vil.} : 4.8 LSD _{int.} : 14.2 | | | | | | | | | | | | |
| | Toplam Yumru Verimi (kg/da) | | | | | | | | | | | |
| Kontrol | 3 927 | 3 479 | 2 937 | 3 447 | 4 001 | 3 416 | 2 916 | 3 444 | 3 963de | 3 448g | 2 926h | 3 446c |
| 1.5 ppm | 5 398 | 4 204 | 3 535 | 4 379 | 5 435 | 4 337 | 3 460 | 4 411 | 5 417b | 4 270d | 3 497fg | 4 395b |
| 3.0 ppm | 6 145 | 4 572 | 3 729 | 4 815 | 6 069 | 4 774 | 3 813 | 4 885 | 6 106a | 4 673c | 3 771ef | 4 850a |
| 4.5 ppm | 5 224 | 4 079 | 3 293 | 4 199 | 5 484 | 4 255 | 3 360 | 4 366 | 5 354b | 4 167d | 3 327g | 4 283b |
| Ort. | 5 143 | 4 084 | 3 373 | 4 209a | 5 247 | 4 196 | 3 387 | 4 276a | 5 210a | 4 140b | 3 380c | |
| LSD _{int.} : 286 | | | | | | | | | | | | |

3.8. Toplam yumru verimi (kg/da)

GA₃ uygulamaları toplam yumru verimini kontrole göre önemli derecede arttırmış, 3.0 ppm dozunda gerçekleşen artış miktarı daha yüksek olmuştur. Dikim sıklığının artırılması ile birlikte toplam yumru verimi de önemli derecede artış göstermiştir. Uygulamalara bağlı olarak her iki yılda da toplam yumru verimindeki değişimler benzer olmuştur. Toplam yumru verimi üzerine GA₃ uygulaması x dikim sıklığı interaksyonunun etkileri de önemli bulunmuştur. Sıra üzeri mesafenin artması ile birlikte toplam yumru veriminin azalmasına rağmen, 3.0 ppm GA₃ uygulanarak 25 ve 30 cm mesafe ile yapılan dikimlerde toplam yumru verimleri (sırası ile 4 673 kg/da ve 3 771 kg/da),

kontrol olarak değerlendirilen ve 20 cm ve 25 cm sıklıkta dikilen yumrulardan (sırası ile 3 963 kg/da ve 3 448 kg/da) daha yüksek olmuştur. Çalışmada 20 ve 25 cm sıklıkta yapılan dikimlerde en yüksek toplam yumru verimleri 3.0 ppm GA₃ uygulamalarından, 30 cm sıklıkta ise 1.5 ve 3.0 ppm GA₃ uygulamalarından elde edilmiştir. GA₃ uygulamaları ile birlikte 20, 25 ve 30 cm sıklıkta yapılan dikimlerde kontrole göre sırası ile % 54, % 35 ve % 29 oranında verim artışı meydana gelmiştir (Çizelge 5).

4. Tartışma ve Sonuç

Tohumluk yumrulara GA₃ uygulaması sonucu apikal dominansinin erken kırıldığı ve çok daha fazla gözün uyandığı gözlenmiştir. GA₃ uygulamaları sonucu yumrularda daha fazla gözün uyanmasına bağlı olarak ana dal sayısının da arttığı düşünülmektedir. GA₃ uygulama dozunun artması ile ana dal sayısında gerçekleşen artış da doz artışı ile birlikte daha fazla gözün uyanması ile açıklanabilir. Yüksek dozda uyanan göz sayısı fazla olmasına rağmen gözlerden gelişen sürgünler daha ince ve zayıf olmuştur. Nitekim, konu hakkında daha önce yapılan çalışmalarda GA₃ uygulamalarının bitkide ana dal sayısını ve toplam yumru sayısını önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir (Holmes ve ark., 1970; Çalışkan ve Arioğlu, 2002).

GA₃ uygulanan bitkilerde ana dal sayısının artmasına bağlı olarak ocaktaki yumru sayıları da artmıştır. Patateste bitki başına yumru üretimi bitkinin oluşturduğu ana dal sayısı ile doğrudan ilişkili olup, ana dallar arasındaki rekabetten önemli derecede etkilenmektedir (Moorby, 1967; Bussan ve ark., 2007). Nitekim, konu ile yapılan çalışmalarda GA₃ uygulamalarının patateste ana sap sayısı ile yumru sayısını önemli oranda artırdığı bildirilmiştir (Rehman ve ark., 2001). Barani ve ark., (2013), 5 ve 10 ppm dozlarında GA₃ uygulamalarının patates yumrularının genel performansını ve üretkenliğini olumlu yönde etkileyerek bitki başına yumru sayısını, tohumluk özellikteki yumru sayısını ve toplam yumru verimini arttırdığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan, GA₃ uygulamalarının kullanılan doza göre farklı etkiler gösterebildiği ve yüksek konsantrasyonlarda uygulanan GA₃'in yumru fertilesini azalttığı bildirilmiştir (Chapman, 2006). Yapılan çalışmada da ocakta yumru sayısının 4.5 ppm dozunda bir alt doza göre değişmediği, hatta bu uygulamalarda daha ince sürgünler meydana geldiği görülmüştür. Daha dar sıra üzeri mesafelerde yapılan dikimlerde metrekaredeki bitki yoğunluğunun daha fazla olması özellikle bitki besin elementi ve ışığa rekabetin artmasından dolayı yumru sayısında azalmaya neden olmuş olabilir. Birim alandaki bitki sayısının artmasıyla birlikte bitki başına düşen yumru sayısının azaldığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Gulluoglu ve Arioğlu, 2009; Somarin ve ark., 2010; Tahmorespour ve ark., 2013; Ayupov ve ark., 2014; Şanlı ve ark., 2015).

GA₃ uygulamaları ile ocak başına yumru sayısının önemli oranda artması ocak başına yumru verimlerinin de artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte 4.5 ppm dozunda gerçekleşen azalma, bu dozun kısmen yumru fizyolojisini olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Buna benzer olarak, Biemelt ve ark., (2004), yüksek konsantrasyonda GA₃ uygulamalarının bitkinin üretkenliğini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan dikim sıklığının artması ile ocaktaki yumru sayısında önemli bir değişim olmamasına rağmen, ocak veriminde belirlenen azalmanın topraktaki besin maddesi ve su ile ışığa rekabetin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bulgularımıza benzer olarak, dikim sıklığının bitki başına yumru verimini önemli ölçüde etkilediği ve sıra üzeri mesafenin artmasıyla birlikte bitki başına yumru veriminin arttığı bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Bremer ve Taba, 1966; Allen ve Wurr, 1992; Şanlı ve ark., 2015).

İri yumru veriminin 3.0 ve 4.5 ppm GA₃ uygulanan yumrularda azalmasına rağmen, 1.5 ppm dozunda kontrol ile benzer olması, bu dozda yumru sayısında gerçekleşen artışın 3.0 ve 4.5 ppm dozlarına göre daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hem GA₃ uygulanan hem de sık yapılan dikimlerde iri yumru veriminin azalması, yumrular arasındaki rekabetten dolayı belirli bir alandaki besin maddesi ve suyun daha fazla yumru tarafından paylaşılması ile açıklanabilir. Nitekim, GA₃ uygulamaları ocaktaki yumru sayısını önemli derecede arttırmış ve bu durum, yumrular arasındaki rekabetin de artmasına neden olmuştur. Patates bitkisinde yumru büyümesinin saplar arasındaki rekabetin fazla olması durumunda azaldığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Rex, 1990; Love ve Thompson, Johns, 1999; Şanlı ve ark., 2015).

GA₃ uygulamaları ile ocak başına yumru sayısının artması ve sık yapılan dikimlerde ana saplar arasındaki rekabetten dolayı yumru iriliğinin azalması, bu iki faktörün kombinasyonuna bağlı olarak A ve B sınıfı tohumluk yumru verimlerinin artmasına neden olmuştur. Konu ile ilgili yapılan

çalışmalarda bitki sıklığının artması ile yumru iriliğinin azaldığı ve tohumluk özelliği taşıyan yumru veriminin arttığı bildirilmiştir (Love ve Thompson Johns, 2006; Yılmaz ve Kahrıman 2006; Razaq ve ark., 2015; Almeida ve ark., 2016).

Bitki sıklığının artması ile yumru ağırlığında gerçekleşen azalma bitki başına düşen besin maddesi, su ve ışık miktarının azalması ve dolayısıyla üretilen asimilat miktarının azalması ile açıklanabilir. Bununla birlikte, GA₃ uygulanan yumrulara sıra üzeri mesafenin 25 cm'nin üzerine çıkarılması ile ortalama yumru ağırlığında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Bu durum, kontrol ve GA₃ uygulanan yumrulara 25 ve 30 cm sıklıkta yapılan dikimlerde yumru sayılarının önemli bir değişim göstermemesine rağmen, GA₃ uygulanarak 30 cm mesafe ile dikilen yumrulara ocak veriminde gerçekleşen artış oranının aynı sıklıkta dikilen kontrol yumrularından daha düşük olması ile açıklanabilir. Bulgularımıza benzer olarak, bitki sıklığının artması ile ortalama yumru ağırlığının azaldığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Tunçtürk, 2004; Masarirambi ve ark., 2012; Tahmorespour ve ark., 2013).

GA₃ uygulamaları ile dormansinin daha erken kırılması bu yumrulara gelişen bitkilerde vejetasyon süresinin dolayısıyla üretilen toplam asimilat miktarının daha fazla olmasına neden olmuştur. Bunun yanı sıra, GA₃ uygulamalarında ocakta yumru sayısı ve ocak veriminde gerçekleşen artışa bağlı olarak toplam yumru verimi de daha yüksek olmuştur. Chapman (2006), tohumluk yumrulara belirli dozlarda GA₃ uygulamaları ile toplam yumru veriminin artırılabilirliğini bildirmiştir. 20, 25 ve 30 cm sıra üzeri mesafelerle yapılan dikimlerde dekarda sırası ile yaklaşık 7100, 5700 ve 4700 adet bitki bulunmaktadır. Sık yapılan dikimler bitki başına yumru verimini azaltmasına rağmen, birim alandaki bitki sayısının fazla olması nedeniyle toplam yumru verimini arttırmaktadır. Benzer şekilde metrekaresindeki bitki sayısının artırılması ile patatesteki birim alan veriminin arttığı, Love Thompson Johns (1999) ve Bielinski ve ark., (2008) ve Şanlı ve ark., (2015) tarafından da bildirilmiştir.

Patatesteki bitki sıklığı tohumluk yumru üretiminin optimize edilmesinde kullanılan bir yöntem olmakla birlikte GA₃ uygulamaları ile yumru optimizasyonunda önemli sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle 3.0 ppm GA₃ uygulamaları tohumluk patates üretiminde A sınıfına giren (25-35 mm) ve B sınıfına giren (35-60 mm) yumruların verimini arttırmıştır. A ve B sınıfı yumruların ticari değerlerinin oldukça yüksek olması yapılan GA₃ uygulamalarının ve sık dikimlerin tohumluk yumru üretimindeki önemini kanıtlar niteliktedir.

Kaynakça

- Allen, E.J., & Wurr, D.C.E. (1992). Plant Density. In PM Harris (Eds.), *The Potato Crop, The scientific basis for improvement*, Chapman & Hall, (pp. 293-333). UK.
- Almeida, F.M., Sánchez, J.A., Noval, W.T., & Rodríguez, J.A.C. (2016). Effects of different plant spacings and seed tuber sizes on some morpho-productive characteristics of potato in Huambo, Angola. *Cultivos Tropicales*, vol. 37, no. 2, pp. 88-95.
- Anonim, (2018). Patates bitkisine ait İstatistik Veriler. Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 Erişim tarihi: 25.07.2019.
- Anonim. (2017). Isparta Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Isparta.
- Arioğlu, H., & Onaran, H. (2002, Eylül). "Niğde koşulları patates yetiştiriciliğinde; farklı yumru iriliği ve bitki sıklığının, yumru verimi ve yumru kalibrasyonu üzerine etkileri", III. Ulusal Patates Kongresi, İZMİR, cilt.1, ss.125-135.
- Ayupov, Y., Apushev, A., Zamalieva, F.F., & Gabdulov, M. (2014). The effect of planting density on the crop yield, the structure and the quality of middle-early variety of potato in The West Kazakhstan. *Life Science Journal*, 11(8), 545-548.
- Barani, M., Akbari, N., & Ahmadi, H. (2013). The effect of gibberellic acid (GA₃) on seed size and sprouting of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). *African Journal of Agricultural Research* 8(29), 3898-3903.
- Biemelt, S., Tschiersch H., & Sonnewald, U. (2004). Impact of altered Gibberellins metabolism on biomass accumulation, lignin biosynthesis, and photosynthesis in transgenic tobacco plants. *Plant Physiology*, 135, 254-265.
- Bielinski, M., Santos, R. Persio., & Rodriguez. (2008). Optimum in row distance for potato mini tuber production. *Horticulture Technology*, 18, 403-406.

- Bremner, P.M., & Taha, M.A. (1966). Effects of variety seed size and spacing on growth, development and yield. *J. Agric. Sci.*, 66, 241-253.
- Bussan, A.J., Mitchell, P.D., Copas, M.E., & Drilias M.J. (2007). Evaluation of the effect of density on potato yield and tuber size distribution. *Crop Sci.*, 47, 2462-2472.
- Chapman, H.W. (2006). Tuberisation in the potato plant. *Physiologia Plantarum*, 11(2), 215-224.
- Çalışkan, M.E., & Arnoğlu, H. (2002, Eylül). *Patateste büyüme düzenleyici kimyasalların farklı amaçlar için kullanımı*. III. Ulusal Patates Kongresi, İzmir, 263-284.
- Gasimova, N.V., Mingaliev, S.K., & Laptev V.R. (2010). Yield and quality of potato tubers of different early ripeness groups depending on the growing technology methods in Middle Urals. *Agricultural Gazette of the Urals*, 5(71), 41-44.
- Gulluoglu, L., & Arioglu, H. (2009). Effects of seed size and in-row spacing on growth and yield of early potato in a Mediterranean-type environment in Turkey. *African J. Agric. Res.*, 4, 535-541.
- Holmes, J.C., Lang, R.W., & Singh, A.K. (1970). The effect of five growth regulators on apical dominance in potato seed tubers and on subsequent tuber production. *Potato Res.*, 13, 342-352.
- Jbour, M. (2003). *Potato tuber dormancy period and ways of its regulation*. (PhD), Plant Breeding and Acclimatization Institute, Poland, Jadwisin, 128s.
- Love, S. L., & Thompson-Johns, A. (2006). Seed piece spacing influences yield, tuber size distribution, stem and tuber density, and net returns of three processing potato cultivars. *Hort. Science*. 34, 629-633.
- Love, S.L., & Thompson-Johns, A. (1999). Seed piece spacing influences yield, tuber size distribution, stem and tuber density, and net returns of three processing potato cultivars. *Horticultural Science*, 34, 629-633.
- Mahmoodabad, Z.R., Jamaati-e-Somarin, S.H., Khayatnezhad, M., & Gholamin, R. (2010). Quantitative and qualitative yield of potato tuber by used of nitrogen fertilizer and plant density. *American Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 9(3), 310-318.
- Masarirambii, M.T., Mandisodza, F.C., Mashingaidze, A.B., & Bhebhe, E. (2012). Influence of plant population and seed tuber size on growth and yield components of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Int. J. Agric. Biol.*, 14, 545-549.
- Mikitzel, L.J. (1993). Influencing seed tuber yield of ranger russet and shepody potatoes with gibberellic acid. *American Potato Journal*, 70, 667- 676.
- Moorby, J. (1967). Inter-stem and inter-tuber competition in potatoes. *Eur. Potato J.*, 10: 189-205.
- Razaq, M., Rab, A., Alam, H., Salahuddin, S. S., & Ahmad, Z. (2015). Effect of potash levels and plant density on potato yield. *J. of Biology, Agriculture and Healthcare*, 2224-3208, 5(13).
- Rehman, F., Lee, S.K., Kim, H.S., Jeon, H.J., Park, J., & Joung, H. (2001). Dormancy breaking and effects on tuber yield of potato subjected to various chemicals and growth regulators under greenhouse conditions. *On Line Journal of Biolojical Science*, 1(9), 818-820.
- Rex, B.L. (1990). Effects of seed piece population on the yield and processing quality of russet burbank potatoes. *Am. J. Potato. Res.*, 67(8), 473-489.
- Salimi, K.H., Tavakkol, A.R., Hosseini, M.B., & Struik, P.C. (2010). Effects of gibberellic acid and carbon disulphide on sprouting of potato minitubers. *Scientia Horticulturae*, 124, 14-18.
- SAS Institute, (1999). INC SAS/STAT user's guide release 7.0. Cary NC USA.
- Somarin, S.J., Mahmoodabad, R.Z., & Yari, A. (2010). Response of agronomical, physiological, apparent recovery nitrogen use efficiency and yield of potato tuber (*Solanum tuberosum* L.), to nitrogen and plant density. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 9 (1), 16-21.
- Şanlı, A., & Karadoğan T. (2012). Isparta ekolojik koşullarında farklı olgunlaşma grubuna giren bazı patates (*Solanum tuberosum* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 33-41.
- Şanlı, A., Karadoğan, T., Erbaş, S., & Tosun, B. (2015). The effects of plant density and eye number per seed piece on potato (*Solanum Tuberosum* L.) tuber yield. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LVIII, ISSN 2285-5785.
- Tahmorespour, M.A., Vishkai, M.N.S., & Soleymani, A. (2013). Effect of plant density, date and depth of cultivation on yield and yield components of potato planting in the Chababar. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (8), 1890-1897.

- Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Yıldırım, B., & Eryiğit, T. (2004). Değişik azot dozları ve sıra üzeri mesafelerinin patatesten (*Solanum tuberosum* L.) verim ve kalite üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi* (J. Agric. Sci.), 14(2), 95-104.
- Wiersema, S.G. (1987). Effect of stem density on potato production. Technical information Bulletin.
- Yıldırım, Z., Çalışkan, C., Çaylak, Ö., & Yıldırım, M.B., (1999, Haziran). *Dikim öncesi farklı gibberellik asit (GA₃) uygulama zamanlarının bazı patates çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerine etkileri*. II. Ulusal Patates Kongresi, Erzurum, 332-342s.
- Yılmaz, G., & Kahrıman, F. (2006, Eylül). *Patates tarımında büyümeyi düzenleyici bazı kimyasalların etkilerinin incelenmesi*. IV. Ulusal Patates Kongresi, Niğde, 356s.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

Peynir Altı Suyunda Üretilen Ekzopolisakkaritlerin Stabilizatör Olarak Kullanımının Dondurmanın Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerine Etkileri**

İbrahim ALTUN^{1*}, Yusuf TUNÇTÜRK²

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Özalp Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Özalp/Van, Türkiye

²Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-2519-0800> ²<https://orcid.org/0000-0001-5240-200X>

*Sorumlu yazar e-posta: ibrahimaltun@yyu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 04.12.2019
Kabul: 27.02.2020
Online Yayınlanma 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.655062

Anahtar kelimeler

Ekzopolisakkarit,
Dondurma,
Stabilizatör.

Öz: Bu çalışmada, peynir altı suyunda üretilen ekzopolisakkaritlerin (EPS) stabilizatör olarak kullanımının dondurmanın bazı özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Farklı suşlar içeren iki farklı yoğurt kültürü kombinasyonu kullanılarak peynir altı suyunda EPS üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ham EPS çözeltilerinin konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşmadığı ($P>0.05$) saptanmıştır. Ticari bir kültür kullanılarak üretilen ham EPS1 örneğinin, ticari bir yoğurttan elde edilen kültür kullanılarak üretilen ham EPS2 örneğinden önemli derecede yüksek viskoziteye sahip olduğu ($P<0.01$) görülmüştür. Konsantre hale getirilen iki EPS çözeltisinin konsantrasyonları ve viskozite değerleri arasında önemli bir farklılık belirlenmemiş ($P>0.05$), buna karşın ölçüm sıcaklığı arttıkça EPS1 örneğinde viskozite daha fazla düşmüştür. Standart konsantrasyonda (% 0.3) hazırlanan stabilizatörlerin viskoziteleri, en yüksekte düşüğe doğru karboksimetil selüloz (CMC), ksantan gam (Xs), EPS1 ve EPS2 şeklindedir. Sadece EPS kullanılarak üretilen dondurma mikslерinin düşük viskoziteye sahip oldukları, ticari stabilizatörlerle kombinasyon halinde ise mikslерin viskozitesinin daha yüksek değerlere çıktığı belirlenmiştir. Genel olarak EPS2 örneğinin yer aldığı mikslерin yumuşak dondurma formuna dönüşüncüye kadar dondurucuda daha uzun süre geçirdiği saptanmıştır. Dondurma örneklerine ait kuru madde, protein, asitlik ve yağ oranları deneme desenindeki faktörlerden önemli derecede ($P>0.05$) etkilenmemiştir. Kül oranlarının EPS çözeltisi içeren örneklerde daha yüksek olduğu ($P<0.05$), pH değerleri arasında da farklılıklar olduğu ($P<0.05$) saptanmıştır. Genel olarak EPS1 kullanılarak üretilen dondurmalarda erime sürelerinin diğer örneklerden daha uzun olduğu, EPS2 örneğinin hacim artışı değerlerinin ise diğer örneklerden ve kombinasyonlardan daha yüksek olduğu ($P<0.01$) belirlenmiştir. EPS1 örneği hariç diğer örneklerde serum ayrılması belirlenmiştir.

The Effects of Exopolysaccharides Produced In Whey on Some Properties of Ice Cream

Article Info

Received: 04.12.2019
Accepted: 27.02.2020
Online Published 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.655062

Keywords

Abstract: In this study, the effects of exopolysaccharides (EPS) produced in whey as stabilizers on some properties of ice cream were investigated. EPS production in whey was carried out using two different yogurt culture combinations containing different strains. There was no significant difference statistically between the concentrations of crude EPS solutions obtained ($P>0.05$). Viscosity of crude EPS1 sample which obtained using commercial starter culture had a significantly high value when compared with crude EPS2 obtained from a commercial yoghurt ($P<0.01$). There was no a significant difference

Exopolysaccharide,
Ice cream,
Stabilizer.

between the concentrations and viscosity of concentrated two EPS solutions ($P<0.05$), whereas as the measurement temperature increased, it was seen that viscosity decreased more in the sample of EPS1. The viscosities of stabilizers prepared at standard concentration (0.3%) were from highest to low carboxymethyl cellulose (CMC), xanthan gum (Xs), EPS1 and EPS2. Ice cream mixtures produced by using only EPS had low viscosity, however on the point of combination with commercial stabilizers, viscosity of mixtures increased to higher value. In general, the mixes containing the EPS2 spent longer in the freezer until it turned into a soft ice cream form. Ratio of dry matter, protein, acidity and fat of ice cream samples were not significantly affected from the factors of the experiment ($P>0.05$). It was determined that ratio of ash was higher in the EPS solution containing samples, ($P<0.05$), and some differences were found among pH values ($P<0.05$). In general, melting time was longer in the ice cream sample produced with usage of EPS1 than the others. Overrun level of EPS2 sample was higher than the other samples. No serum separation was observed in any samples, except EPS1.

**Çalışma Doktora tezinin bir kısmından üretilmiştir.

1. Giriş

Sütün işlenmesiyle elde edilen dayanıklı süt ürünleri içerisinde, son yıllarda Dünya’da ve Türkiye’de önemli gelişme gösteren dondurma dikkat çekmektedir. Dondurma sağlıklı şartlarda üretildiği, muhafaza edildiği, taşındığı ve satışa sunulduğu takdirde sadece yaz aylarında değil, yılın her mevsiminde çekinmeden yenebilecek değerli bir gıda maddesidir (Şimşek, 1997; Demirci ve Şimşek, 1997; Demir, 2001; Milci ve Yaygın, 2003).

Dondurma besin değerinin üstünlüğü ve sindirimini kolaylığı yanında, herkesçe sevilen tat ve aroması, ferahlatıcı özelliğinden dolayı toplumların ilgisini üzerine çekmektedir. Ülkemizde dondurma üretimi ve tüketiminin ABD ve diğer Avrupa ülkelerine göre oldukça düşük olduğu görülmektedir (Kırdar, 1999; Mukan ve Evliya, 2002; Anonim, 2005; Tokuç ve ark., 2008; Acı ve Özcan, 2008). Ambalajlı Süt ve Süt Ürünleri Sanayicileri Derneği tarafından verilen 2018 yılına ait değerlerde, Türkiye’de kişi başına dondurma tüketiminin son on yılda 1.1 litreden 4.6 litreye çıktığı, ancak bu değer Kuzey Avrupa Ülkelerinde 12 litre civarında olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2018).

İşlenmiş gıdaların üretiminde, ürünün yapısal bütünlüğünün korunması, diğer bir ifadeyle raf ömrünün uzatılması; ürünün yapı, görünüm, kıvam gibi kalite özelliklerinin korunarak tüketiciye sunulabilmesi için stabilizatör grubu gıda katkı maddelerinden yaygın olarak yararlanılmaktadır (Demir, 2001; Gürsoy ve Balaban, 2009). Stabilizatörlerin dondurma üretiminde kullanılmasının temel amacı, serbest suyu bağlayarak düzgün bir yapı ve tekstür elde etmek, özellikle depolama esnasındaki sıcaklık dalgalanmalarına karşı buz kristallerinin büyüklüğünü azaltmak ve ürünün erimeye karşı dayanıklılığını artırmaktır (Koçan, 2002)

Ekzopolisakkarit (EPS) üreten laktik asit bakterileri (LAB), süt ürünlerinde arzulanan viskozite, tekstür ve stabilitenin sağlanmasında bitkisel ve hayvansal kaynaklı hidrokolloid katkı maddelerine alternatif olarak önerilebilmektedir (Shah, 2003; Ruas-Madiedo ve ark., 2009; Soukoulis ve ark., 2010). Gıdalarda tat ve aromanın daha iyi korunması ve su bağlama gibi fonksiyonel özellikleri geliştirmede doğal bir hidrokolloid olan EPS’lerden de yararlanabildiği için, bu polimerleri üreten suşların kullanımı bazı durumlarda ticari stabilizatörlere karşı bir üstünlük de oluşturabilmektedir (Ruas-Madiedo ve ark., 2002; Şimşek ve Çon, 2003; Karademir-Şanlı, 2006; Zhang, ve ark., 2017; Charchoghlyan ve ark., 2017; Altun, 2018). Ancak, EPS’lerin Ksantan gum gibi mikrobiyal hidrokolloitlerle karşılaştırıldığında sentezlerinin az miktarda olması ve üretimleri daha çok plazmit adı verilen ve hücrede sitoplazma içerisinde dağınık halde bulunan ve yeni generasyonlara aktarılması her zaman aynı düzeyde olmayan genetik materyaller tarafından kontrol edildiğinden, genetik olarak istikrarlı olmamaları (Madigan ve Martinko, 2010), kullanım avantajlarını kısıtlamaktadır. Bununla birlikte fermantasyon şartlarının optimizasyonu ve yapılacak genetik düzenlemelerle yüksek miktarlarda ve yeni biopolimerler üreten suşların geliştirilmesi, bu dezavantajları kaldırabilir ve süt endüstrisinde yeni starterler kazandırılabilir (Şimşek ve Çon, 2003; Zhang ve ark., 2011).

Bazı EPS'ler, prebiyotiklere benzer fonksiyon göstererek, sindirim sistemine probiyotiklerin yerleşmesine destek olur ve insan sağlığına katkıda bulunurlar (Stanton ve ark., 2001; Mattila-Sandholm ve ark., 2002; Ruas-Madiedo ve ark., 2002; Menrad, 2003; Helland ve ark., 2004; Soyuçok ve ark., 2017). Aynı zamanda EPS'ler antitümör, antioksidan, antiülser, anti-viral, prebiyotik bağışıklık sistemini düzenleyici ve kolesterol düşürücü aktivite göstererek insan sağlığına olumlu etkide bulunmaktadırlar (Ruas-Madiedo ve ark., 2002; Sullivan ve Nord, 2002; Kumar ve ark., 2004; Bayram ve Heperkan, 2006; Kim, 2017). Bu özelliklerinin yanı sıra, EPS'lerin tüketilmesiyle ilgili herhangi bir sınırlandırma bulunmaması ve tüketilmeleri durumunda herhangi bir alerjik reaksiyon rapor edilmemesi de bu maddelerin hassas bireylerin beslenmesinde kullanılma imkanlarını arttırmaktadır.

EPS'lerin diğer fermente süt ürünlerinin reoloji, tekstür, su tutma kapasitesi ve lezzetinde önemli rol oynadığı bilinmektedir. EPS üretme yeteneğine sahip starterlerin kullanılması ile yoğurt üretiminde tekstürde iyileşme ve su salımında azalma sağlamak (Marshall ve Rawson, 1999; Malaka ve ark., 2013; Dertli ve ark., 2016), ekşi süt ürünü "viili" ve "langfil" üretiminde arzulanan tekstürü elde etmek (De Vuyst ve Degeest, 1999), Mozzarella peyniri üretiminde su tutma kapasitesini artırmak (Duboc ve Mollet, 2001), dondurmada ısıl şoklara karşı dayanıklılık (Kelvin ve ark., 2008), spesifik fermente süt ürünlerinin reolojik dokusuna katkı (Arunkumar ve ark., 2012) gibi avantajlar elde edilmiştir. Bu çalışmada EPS'lerin dondurma üretiminde stabilizatör olarak kullanılmasıyla, dondurmalarda arzu edilen fiziksel özelliklerin ve yapısal değişikliklerin oluşup oluşmadığının gözlemlenmesi amaçlanmış olup, elde edilen sonuçların EPS'lerin dondurma ve diğer stabilizatör kullanılan ürünlerde kullanılmasına imkân sağlayacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Laboratuar şartlarında üretilen peynirden elde edilen peynir altı suyu (PAS), ekzopolisakkarit (EPS) üretiminde kullanılmıştır. EPS üreten suşlar çeşitli ticari firmalardan (Delvo (YS-140), MA Delft, Hollanda; Chr. Hansen (YC-350; YC-370, Hoersholm, Danimarka; Danisco (YD-MIX 161 LYO 200) , Sassenage, Fransa; Sacco (Y1.70F), Cadorago, İtalya) temin edilmiştir. Ayrıca, piyasada bulunan ticari yoğurtlardan ve köy koşullarında üretilen yoğurtlardan da EPS üreten suşların izolasyonu yapılmıştır. Bu suşlar, EPS üretiminin olduğu saptanan yoğurtlardan alınan örneklerin MRS agar ve M17 agara ekilmesi ve oluşan kolonilerin yağsız süt tozuyla hazırlanan rekonstitüye sütte çoğaltılmasıyla elde edilmiştir. Dondurma üretiminde kullanılan süt piyasadan, krema ve süt tozu yerel bir süt işletmesinden (Aymira Süt Ürünleri, Organize Sanayi Bölgesi, Van) temin edilmiştir. Denemede kullanılan dondurmalar Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Süt İşleme Laboratuvarı'nda üretilmiştir. Farklı stabilizatörler (CMC, karragenan, ksantan gam) ve emülgatör (Mono-digliserit) ilgili firmalardan (Puratos Gıda-İstanbul) temin edilmiştir. Ön denemelerden elde edilen sonuçlara göre, stabilizatörlerden iki tanesi (karboksi metil selüloz-CMC ve ksantan gam-Xs) üretilen EPS'ler ile birlikte asıl çalışmada kullanılmıştır.

2.1. Peynir altı suyunun elde edilmesi

Gıda Mühendisliği Bölümü, Süt İşleme Laboratuvarında standart Beyaz peynir üretim yöntemi uygulanarak üretilen peynirlerden PAS elde edilmiştir. Peynir üretiminde 65 °C'de 30 dk. süreyle pastörize edilen süt kullanılmış ve PAS bileşimini orijinal şekliyle muhafaza edebilmek için, starter kültür veya CaCl₂ eklenmesi gibi uygulamalardan kaçınılmıştır. Ekzopolisakkarit üretiminde, Tunçtürk (2009)'ün önerdiği yöntemden yararlanılmıştır. Bunun için inoküle edilen örneklerden birinci grup 42 °C'de, ikinci grup 32 °C'de 16 sa süreyle inkübe edilmiş, üçüncü grup ise 2 sa 42 °C'de bekletildikten sonra 14 sa süreyle 32 °C'de inkübe edilmiştir. Ekzopolisakkaritlerin konsantr edilmesi ve dondurma üretiminde kullanılabilir hale getirilmesi için diyaliz tüpü kullanılmış ve buzdolabı koşullarında soğuk fön uygulamasıyla su kaybı sağlanarak konsantrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. EPS'lerin saflaştırılmasında Amatayakul ve ark (2006)'nın verdikleri metottan yararlanılmıştır. EPS miktarlarının belirlenmesinde ise Dubois ve ark (1956)'nın bildirdikleri yöntem kullanılmıştır.

2.2. Deneme planı ve dondurmaların genel bileşimi

Ön denemelerle yüksek düzeyde EPS ürettiği saptanan ve birisi ticari liyofilize kültür (EPS1),

diğeri ticari yoğurttan elde edilen kültür (EPS2) PAS'na ilave edilmiştir. PAS ortamında üretilen EPS kullanılarak standart dondurma üretim yöntemi ile dondurma örneklerinin üretimi gerçekleştirilmiştir. Dondurma numuneleri özellikle duyuşal olarak test edildikten sonra, asıl deneme, uygun görülen kombinasyonlarla oluşturulmuştur. İki farklı kültüre ait 2 EPS (EPS1 ve EPS2), 2 farklı ticari stabilizatör (karboksimetil selüloz-CMC ve ksantan gam-Xs), 2 farklı EPS x 2 farklı stabilizatör (% 50 oranlarında) olmak üzere, 8 adet farklı dondurma ve 3 farklı depolama süresi (1., 15. ve 30. günler) kullanılarak deneme gerçekleştirilmiş ve öngörülen analizler iki paralelli olarak yapılmıştır. Elde edilen EPS'lerin öngörülen kullanım düzeylerinde fonksiyonel açıdan tek başlarına yeterli olup olmadıkları, farklı ikame oranlarında kullanımları ve elde edilen dondurmaların etkileri araştırılmıştır. Deneme 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Dondurma formülasyonlarının oluşturulmasında taze krema (% 42 yağlı), süt (% 3.5 yağlı, % 8.82 yağsız kurumaddeli), süt tozu (% 97 kurumaddeli), şeker, emülsifiyer (monogliserit + digliserit), stabilizatör (CMC, Ksantan gam, EPS çözültisi) ve yumurta sarısı kullanılmıştır. Hesaplamalarda süt ve kremanın serum fazında % 9 oranında yağsız süt kurumaddesi bulunduğu ön kabulüne dayanan "Serum Point" hesaplama yöntemi kullanılmıştır. EPS ilave edilen örneklere ait formülasyon hesaplanırken, öncelikle gerekli miktardaki EPS'yi karşılayacak EPS çözültisi miktarı hesaplanmış, daha sonra diğer bileşenler hesaplamaya dahil edilmiştir (Anonim, 2009a). Çizelge 1'de dondurmaların üretiminde kullanılması öngörülen genel bileşim parametreleri verilmiştir. Formülasyonda aynı bileşenler kullanılmış, sadece stabilizatör farklılığının dondurmanın çeşitli özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

Miks hesaplamasıyla elde edilen bileşen oranları, her biri 2 l miks oluşturacak şekilde ölçülendirilmiş ve bir mikserle karıştırılarak sıvı ve katı bileşenler bir araya getirilmiştir. Elde edilen ham miks 85 °C'de 10 dk süreyle pastörize edilmiştir. Sonrasında 4°C'ye soğutulan mikserler 4 sa süreyle dinlendirmeye bırakılmıştır. Dondurmalar kazan tipi/sıyırıcılı bir dondurma makinası (Simac-Gelataio, İtalya) kullanılarak yumuşak dondurma formuna dönüştürülmüş ve sertleştirme işlemi 50 g'lık ambalajlara aktarıldıktan sonra derin dondurucu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Dondurmalar analize alınıncaya kadar, plastik kaplarda ağızları kapalı bir şekilde ve -18±1 °C'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 1. Deneme dondurmalarının üretiminde öngörülen genel bileşim

| Bileşenin adı | Oranı (%) |
|---|-----------|
| Yağsız süt kuru maddesi | 12 |
| Süt yağı | 8 |
| Sakkaroz | 18 |
| Stabilizatör (ticari stabilizatör +EPS toplamı) | 0.3 |
| Emülgatör (monogliserit + digliserit) | 0.2 |
| Yumurta sarısı | 0.5 |

2.3. EPS çözültileri ve dondurma örneklerinde kimyasal ve fiziksel analizler

EPS çözültilerinin ve dondurma mikserlerinin viskozitesinin belirlenmesinde, Brookfield Viskozimetresi (Model DV-III) ve sıcaklığı programlanabilir su banyosu (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., MA, ABD) kullanılmıştır. Ölçümler 5 °C'de, 50 rpm değerinde 5 s'de bir olmak üzere toplam 12 kayıt alınarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümde "small sample adaptör" sistemi kullanılmıştır. Mikserlerin dondurucuda geçirdiği sürenin belirlenmesi, miks bileşimlerinin dondurma oluşum sürecine etkisini belirlemek için ölçülmüş ve bu amaçla mikserlerin yumuşak dondurma kıvamına gelinceye kadar dondurucuda geçirmesi gereken süre saniye olarak belirlenmiş ve kaydedilmiştir. Süre belirlemede sıyırıcı/karıştırıcı durdurulduğunda, taze dondurmanın dondurucu haznesinde gözle görülür bir akış göstermemesi esas alınmıştır.

Dondurma örneklerinde kuru madde ve protein tayini AOAC (1995)'e göre, yağ oranı Metin ve Öztürk (2002)'e göre saptanmıştır. Kül oranı, titrasyon asitliği, pH değeri Kurt ve ark. (2003) tarafından bildirilen yöntemle tespit edilmiştir. Erime süresi eşit miktarlarda alınan dondurma örneklerinin iri gözenekli elek üzerine yerleştirilmesi sonucu dondurmadan ilk damlanın düşme süresine dayalı olarak Abd El-Rahman ve ark. (1997) ve Prindiville ve ark. (1999) tarafından verilen metotlar modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Hacim artışı, dondurma miksinin dinamik donma

esnasında içerisinde hava kabarcıklarının hapsolmesi sonucunda dondurmaya hacim artışı olarak yansıma düzeyini belirlemek amacıyla Anonim (2009b)'e göre ölçüm ve formül (Hacim artışı (%)) = $(A-B)/B \times 100$ üzerinden hesaplama yapılmasıyla saptanmıştır. Burada A elde edilen dondurmanın hacmini, B ise kullanılan miksin hacmini ifade etmektedir. Serum stabilitesi 4 °C sıcaklıkta 15 g dondurma örneğinin 3000 x g değerinde 20 dk süreyle santrifüjlenmesi sonucunda ayrılan serum miktarının toplam miktara oranlanmasına dayalı olarak Tunçtürk ve ark. (2000)'a göre belirlenmiştir.

2.4. İstatistiksel analiz

Deneme 8 adet farklı dondurma ve 3 farklı (0., 15. ve 30. günler) analiz dönemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneme iki kez tekrarlanmış ve aynı döneme ait, aynı tip analizler aynı gün içerisinde tamamlanmıştır. Dondurma örneklerin analizlerinden elde edilen değerlere, parametrelere dayalı olarak varyans analizi uygulanmıştır. Önemli çıkan farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak (SPSS 16), EPS'lerin dondurma üretiminde stabilizatör olarak kullanılması, dondurmalarda arzu edilen fiziksel özelliklere ve yapısal değişikliklere etkileri ve depolama süresinin meydana getirdiği farklılıklar ortaya konulmuştur (SPSS, 2007).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Ön denemede kullanılan kültürlerin EPS üretim kapasiteleri ve üretilen EPS'lerin viskozitesi

Çalışmamızda, 32 °C'de inkübe edilen örneklerde EPS üretimi 101.0 mg/l (EPS6) ile 271.3 mg/l (EPS2) arasında değişmiştir. Aynı değerlerin 42 °C'de inkübe edilen örneklerdeki değişimi 106.2 mg/l (EPS3) ile 251.5 mg/l (EPS2) olarak saptanmıştır. Önce 2 sa 42 °C'de bekletilen ve daha sonra 42/32 °C'de 14 sa inkübe edilen bütün örnekler ise diğer iki gruptan daha yüksek EPS üretim değerleri sergilemişlerdir. Bu uygulamada EPS üretim miktarlarının 144.5 mg/l (EPS6) ile 371.5 mg/l (EPS2) arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek EPS üretiminin, 42 °C'de 2 sa bekletildikten sonra 32 °C'ye alınıp toplam 16 sa inkübe edilen örneklerde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Çizelge 2). Burada dikkat çeken bir diğer durum ise EPS2 ve EPS1 örneklerinin bütün inkübasyon derecelerinde en yüksek değerlere sahip olmalarıdır. Faber ve ark. (1998), *S. thermophilus*'un ropy olmayan Rs suşunun 135 mg/l konsantrasyonda ve 2.6×10^3 kDa molekül ağırlığına sahip EPS ürettiğini, Sts suşunun daha az oranda (127 mg/l) fakat daha yüksek molekül ağırlığına sahip (3.7×10^3 kDa) EPS ürettiğini gözlemlemişlerdir. Aynı çalışmada elde edilen EPS'lerin kimyasal kompozisyonları birbirine çok yakın olmasına rağmen, *S. thermophilus* Sts suşunun ürettiği molekül ağırlığı yüksek olan EPS'nin daha yüksek viskozite gösterdiği tespit edilmiştir. Boke ve ark. (2010) 16 mg/l ile 211 mg/l arasında, Tunçtürk (2009) 676 mg/l, Cerning (1995) 80 mg/l ile 600 mg/l arasında, Degeest ve De Vuyst (1999) 2.3 g/l, Bergmaier ve ark. (2003) 2.2 g/l olarak EPS üretim değerleri bulmuşlardır. Çalışmamızda bulunan değerler Cerning (1995)'in bulunduğu değerlerin arasında yer alırken, Boke ve ark. (2010)'nın bulunduğu değerler hariç diğer araştırmacıların vermiş oldukları değerlerden daha düşük çıkmıştır. Bu durumun bu çalışmada kullanılan LAB'nin EPS üretim kapasitelerinin, inkübasyon koşullarının ve besi ortamının farklı olmasından kaynaklandığını söylemek mümkündür.

Bu çalışmada, 5 °C'de yapılan ölçümlere bağlı olarak en yüksek viskozite değerlerinin 42/32 °C'de kademeli inkübasyon uygulanarak üretilen EPS1 örneğinde (54.5 cP) ve aynı uygulamayla üretilen EPS2 örneğinde (38.9 cP) olduğu saptanmıştır. Bu iki örnek diğer inkübasyon uygulamalarında da biraz düşük de olsa en yüksek viskozite değerleri göstermiştir (Çizelge 2). Bu inkübasyon uygulamasında diğer örneklerin viskozite değerleri 23.5 cP ile 32.9 cP arasında değişmiştir. Diğer uygulamalardan 32 °C'ye ait viskozite değerleri 21.2 cP ile 48 cP arasında, 42 °C'ye ait değerler ise 21.1 cP ile 41.5 cP arasında değerler almıştır. Yang ve ark. (1999), beş ayrı *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* suşunu Fin fermente süt ürünü Viili'den izole etmişlerdir. Sulu solüsyonlarda (EPS düzeyi 0.1 g/dL'in üstü) EPS'lerin viskozite bakımından farklılık gösterdiği saptanmıştır. Tuinier ve ark. (2001), molekül yapısı üzerindeki yan dallanmaların stabilite üzerinde önemli derecede etkili olduğunu ve *L. lactis*'in B891 ve B39 suşlarının sentezlediği EPS'lerde molekülün üzerindeki galaktozil yan grubunun zincir stabilitesini azalttığını ve dolayısıyla polimerin koyulaştırıcı etkisini azaltma eğiliminde olduğunu belirtirken, B39 suşunun sentezlediği EPS

molekülüne bağlı asetil grubunun zincir stabilitesini etkilemediğini bildirmektedirler. Aynı çalışmada, EPS'lerin mevcut elektriksel yükünün de (örneğin EPS üzerindeki fosfat grubunun sahip olduğu negatif yük) iyonik kuvveti desteklediği ve bunun polimerin moleküller arası etkileşimini artırarak hidrodinamik hareketliliği ve viskoziteyi artırdığı bildirilmiştir. Yine EPS üretim kabiliyetine sahip *S. thermophilus* Rs ve Sts suşlarının kullanıldığı bir başka çalışmada, üretilen yoğurtlarda oluşturulan her iki EPS miktarının ve yapısındaki tekrar eden birimlerinin aynı olmasına rağmen, molekül ağırlıklarının farklı olması dolayısıyla viskozitelerinde farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (Ruas-Madiedo ve ark., 2002). Çalışmamızda elde edilen EPS'lerin karakterizasyonu yapılmamış olmasına karşın, EPS çözeltilerine ait viskozite değerlerinin hem içerdikleri EPS konsantrasyonuna hem de molekül yapılarının farklı olmasına bağlı olarak değiştiği söylenebilir. Nitekim, EPS2 örneğine ait EPS konsantrasyonları bütün uygulamalarda EPS1 örneğinden daha yüksek iken, bunun tersine EPS1 örneğinin viskozite değerleri bütün inkübasyon uygulamalarında daha yüksek çıkmıştır. Yoğurtta yapılan bir çalışmada, arzu edilen reolojik özellikler üzerinde üretilen polisakkarit miktarının yanı sıra, süt proteinleri ve bakteri hücreleri ile polimer arasında gerçekleşen farklı interaksiyonlardan dolayı EPS tipinin de etkili olduğu sonucuna varılmış olması (Marshall ve Rawson, 1999), viskozite üzerine konsantrasyonun dışında EPS'nin fizikokimyasal özelliklerinin de etkili olduğu görüşünü desteklemektedir.

Çizelge 2. Ön denemede kullanılan yoğurt kültürleri tarafından üretilen ham EPS'lerin konsantrasyonu ve viskozite değerleri

| | EPS konsantrasyonu (mg/l) | | | EPS'lerin viskozitesi (cP) | | |
|------|---------------------------|-------------|------------|----------------------------|----------|----------|
| | 32 °C | 42 °C | 42/32 °C | 32 °C | 42 °C | 42/32 °C |
| EPS1 | 271.2±48.1 | 242.0±36.7 | 340.5±48.2 | 48.0±5.6 | 41.5±3.5 | 54.5±3.5 |
| EPS2 | 271.3±29.7 | 251.5±47.4 | 371.5±21.9 | 34.5±4.9 | 32.5±4.9 | 38.9±2.7 |
| EPS3 | 138.5±33.2 | 106.2±11.3 | 148.5±51.6 | 23.5±2.1 | 23.5±0.7 | 27.0±1.4 |
| EPS4 | 120.6±16.9 | 116.4± 4.3 | 153.0±12.7 | 24.0±2.8 | 22.0±2.8 | 26.5±3.5 |
| EPS5 | 151.3±12.8 | 159.0 ±34.6 | 172.5±13.4 | 26.5±2.1 | 25.0±4.2 | 28.5±0.7 |
| EPS6 | 101.0±18.3 | 107.5± 6.7 | 144.5±16.7 | 21.2±1.4 | 21.1±2.8 | 23.5±1.4 |
| EPS7 | 205.3±12.8 | 188.5±20.5 | 213.0±35.4 | 30.3±1.5 | 30.0±2.8 | 32.9±9.2 |

3.2. Dondurma Üretiminde Kullanılan EPS Çözeltilerine Ait Özellikler

Çalışmamızda, dondurma üretiminde kullanılmasına karar verilen ve bu amaçla üretilen EPS'ler içerisinde EPS1 örneğinin (373.0 mg/l), EPS2 örneğinden daha yüksek konsantrasyona (328.0 mg/l) sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Ham EPS çözeltilerinin konsantrasyonlarında görülen bu farklılık istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) değildir. Bu çalışmada, ham EPS1 örneği 5 °C'de yapılan ölçümde 53.5 cP ile en yüksek viskozite değerine sahip olurken, EPS2 örneği aynı sıcaklık derecesinde 35.5 cP viskozite değeri sergilemiştir. Ham EPS değerleri arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Degeest ve De Vuyst (2000), yüksek molekül ağırlığındaki EPS'lerin çok düşük konsantrasyonlarda bile yüksek konsistens değeri sergilediklerini bildirmişlerdir. Dondurma üretiminde kullanılan ham EPS değerlerinin birbirine yakın konsantrasyonlarda çıkmasına rağmen, viskozite değerleri arasındaki bu önemli farklılığın yukarıda belirtilen olgudan kaynaklandığı söylenebilir.

Koyulaştırma işlemi sonrasında EPS1 çözeltilisinin konsantrasyonu 14697.5 mg/l olarak tespit edilirken, EPS2 örneğinin konsantrasyonu 14310.0 mg/l olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Bu farklılığın istatistiksel açıdan önemli olmadığı ($p>0.05$) belirlenmiştir. Yang ve ark. (1999), yüksek konsantrasyonda (% 1, ağ/hac), EPS solüsyonunun bir inceltme ajanı davranışı gösterdiğini ve bulunduğu ürünün viskozitesini, ürünün sıcaklık, pH ve mineral içeriğine bağlı olarak değiştirdiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada, koyulaştırma işleminden sonra 5 °C'de yapılan ölçümlerde EPS1 örneğinin EPS2 örneğinden istatistiksel olarak önemli olmamakla ($p>0.05$) birlikte biraz daha yüksek viskozite değerleri gösterdiği (sırasıyla 696.6 cP ve 644.6 cP) tespit edilmiştir. EPS'lerin kimyasal bileşimleri birbirine çok yakın olmasına, yani polimerde yer alan ve tekrar eden monomerlerin benzer olmasına rağmen, molekül ağırlığı yüksek olan EPS'nin daha yüksek viskozite gösterdiği, daha kompleks ortamlarda serum proteinleri, koloidal partiküller ve kazein misellerinin EPS tarafından bir arada tutulmasının da viskoziteye etki eden önemli hususlar olduğu bildirilmiştir (Tuinier ve ark., 2001). Bu çalışmada da konsantrasyon işlemi sonrasında EPS konsantrasyonlarının birbirine oldukça

yakın çıkmasına rağmen viskozite değerlerinde daha yüksek oranda bir farklılığın ortaya çıkmış olması, EPS'ler arasındaki yapısal farklılığa bağlanmıştır.

Çizelge 3. Dondurma üretiminde kullanılan ham ve kısmen konsantre edilmiş EPS'lerin özellikleri

| EPS | Konsantrasyon işlemi öncesi | | Konsantrasyon işlemi sonrası | |
|------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| | EPS konsantrasyonu (mg/l) | EPS viskozitesi(5°C) _(cP) | EPS konsantrasyonu (mg/l) | EPS viskozitesi (5°C) _(cP) |
| EPS1 | 373.0±15.5 ^a | 53.5±4.9 ^a | 14697.5±745.9 ^a | 696.6±61.1 ^a |
| EPS2 | 328.0±22.6 ^a | 35.5±2.1 ^b | 14310.0±834.3 ^a | 644.4±35.6 ^a |

^{a,b} Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar p<0.05 düzeyinde birbirinden farklıdır.

3.3. Dondurma miksinin bazı özellikleri

3.3.1. Dondurma mikslerinin viskozitesi (cP)

Dondurma miksi örneklerinde en yüksek ortalama viskozite değeri 1765.83 cP değeriyle XsEPS1 örneğinde tespit edilirken, en düşük ortalama değer ise 254.17 cP ile EPS2 örneğinde saptanmıştır (Çizelge 4). Çalışmamızda, örnekler arasında görülen bu istatistiksel farklılığın, dondurma miksi üretiminde kullanılan EPS ve ticari hidrokolloitlerin su bağlama değerlerinin farklı olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Nitekim aynı konsantrasyonda stabilizatör/hidrokolloit kullanılarak hazırlanmış dondurma mikslerinin viskozite değerlerinin birbirinden farklı olması da bu görüşü desteklemektedir. Dondurma mikslerinde Akın ve Akın- Güler (2008) 5200 cP ile 10700 cP, Yeşilsu (2006) 2140 cP ile 4290 cP, Durak (2006) 134.87 cP ile 598.40 cP, Aliyev (2006) 268.00 cP ile 598.60 cP, Muse ve Hartel (2004) 621 cP ile 935 cP arasında viskozite değerleri bulmuşlardır. Bulduğumuz mikslerin viskozite değerleri Akın ve Akın-Güler (2008) ve Yeşilsu (2006) tarafından saptanan değerlerden düşüktür. Bu araştırmacıların dondurma mikslerinde bulunduğu değerlerin yüksek çıkması ise dondurma üretiminde kullandıkları stabilizatörlerin miktarlarının yüksek olmasıyla açıklanabilir. Dondurma mikslerinde tespit ettiğimiz değerlerin Durak (2006), Aliyev (2006) ve Muse ve Hartel (2004) tarafından tespit edilen değerlerle kısmen uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Dondurma mikslerinin viskozite değerlerine topluca bakıldığında, bütün örneklerde kullanılan toplam hidrokolloit oranları (ticari stabilizatör + EPS) % 0.3 olmasına rağmen, kombinasyonların tek başına kullanımlardan daha yüksek viskozite değerleri gösterdikleri görülmektedir. Örneğin ksantan gum'un tek başına kullanıldığı mikste 775.8 cP değeri, EPS1'in tek başına kullanıldığı mikste de 432.5 cP değeri bulunurken, bu iki hidrokolloidin yarı miktarlarının bir araya getirilmesiyle oluşturulan XsEPS1 miksinde bu değer 1765.8 cP gibi oldukça yüksek bir değere çıkmıştır. Bu interaksiyon etkisi farklı düzeylerde olmakla birlikte diğer kombinasyon mikslerinde de gözlenmektedir. Bu durum, EPS1 örneğinde daha fazla olmak üzere, her iki EPS örneğinin de kullanılan ticari ksantan gum ve karboksimetil selüloz ile su bağlama ve viskoziteyi artırma bakımından güçlü bir etkileşim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu etkileşimde EPS'lerin mevcut elektriksel yükünün ticari stabilizatörlerin iyonik kuvveti ile desteklenmesinin ve bunun polimerin moleküller arası etkileşimini artırarak hidrodinamik hareketliliği ve viskoziteyi artırmasının etkili olması söz konusudur (Tuinier ve ark., 2001).

3.3.2. Mikslerin dondurucuda geçirdiği süre (s)

Dondurma mikslerinin yumuşak dondurma formuna dönüşüncüye kadar dondurucuda geçirdiği süre örnekler arasında farklılıklar göstermiştir. Bu süre 805 s ile 1070 s aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4). En uzun süre 1070 s ile EPS2 örneğinde saptanırken, bunu XsEPS2 örneği 1009 s ile takip etmiştir. En düşük değerlerin 805 s ile CMC ve XsEPS1 örneklerinde olduğu tespit edilmiştir. Örnekler arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemli görülmüştür. Görülen farklılığın kullanılan stabilizatörlerin kimyasal yapılarının farklılığından ileri geldiği söylenebilir. Bazı istisnaları olmakla birlikte, genel olarak viskozitesi daha yüksek olan mikslerin, dondurucuda daha kısa bir süre içerisinde yumuşak dondurma formuna dönüştüğü tespit edilmiştir. Keçeli ve ark. (1997), keçi sütünden yapılan dondurmalarda salep ve bazı alternatif stabilizatörlerin dondurma miksinin özelliklerini de değiştirdiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Dondurma mikslarına ait bazı özellikler

| Dondurma örneği | Dondurma miksi | |
|-----------------|---------------------------|-------------------------------|
| | Viskozite (cP) | Dondurucuda geçirdiği süre(s) |
| Xs | 775.8±109.5 ^c | 840.0±28.2 ^c |
| CMC | 997.5±261.8 ^b | 805.0±35.3 ^c |
| EPS1 | 432.5±169.4 ^d | 845.0±21.2 ^c |
| EPS2 | 254.1± 46.1 ^e | 1070.0±56.5 ^a |
| XsEPS1 | 1765.8±333.7 ^a | 805.0±35.6 ^c |
| XsEPS2 | 770.0±101.3 ^c | 1009.0±15.5 ^{ab} |
| CMCEPS1 | 1735.8±476.7 ^a | 818.0±31.1 ^c |
| CMCEPS2 | 1047.5±329.5 ^b | 930.0±42.4 ^{bc} |

Xs: % 0.3 Ksantan gum; CMC: % 0.3 Karboksümetil selüloz; EPS1: % 0.3 EPS1 çözeltisi; EPS2: % 0.3 EPS2 çözeltisi; XsEPS1: % 0.15 Ksantan gum + % 0.15 EPS1 çözeltisi; XsEPS2: % 0.15 Ksantan gum + % 0.15 EPS2 çözeltisi; CMCEPS1: % 0.15 Karboksümetil selüloz + % 0.15 EPS1 çözeltisi; CMCEPS2: % 0.15 Karboksümetil selüloz + % 0.15 EPS2 çözeltisi

a,b,c,d,e

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar $p < 0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

3.4. Dondurmaların Kimyasal Özellikleri

Çalışmada, dondurma örneklerinin ortalama kurumadde değerleri % 39.84 (CMC) ile % 40.91 (XsEPS2) arasında değişmiştir (Çizelge 5). Türk Gıda Kodeksi-Dondurma Tebliğine göre kurumadde oranı en az % 36 olmalıdır (Anonim, 2005). Bu çalışmada, bütün dondurma örneklerinin kurumadde oranları dondurma tebliğine uygun bulunmuştur. Dondurma örnekleri arasında kurumadde içeriği bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0.05$). Dondurmanın kurumadde oranı Çelik ve ark. (2010) tarafından % 33.14 ile % 33.88, Akın ve Akın-Güler (2008) tarafından % 30.04 ile % 34.66, Çeliker (2008) tarafından % 32.73 ile % 36.85 arasında belirlenmiştir. Yine bu değer için Akalın ve ark. (2008) % 36.90 ile % 40.20, Ruger ve ark. (2002) % 37.90 ile % 38.20, Guinard ve ark. (1996) % 32.49 ile % 53.16 arasında değişen kurumadde değerleri bulmuşlardır. Çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerin, Guinard ve ark. (1996)'nın bulduğu değerlerden kısmen düşük olmasının, söz konusu araştırmacıların dondurma yapımında kurumaddeyi arttıran mısır şurubunu yüksek oranda kullanmalarından ileri geldiği düşünülmektedir. Bu çalışmadaki kurumadde sonuçları diğer araştırmacıların bulgularından daha yüksek fakat standartlara uygun bulunmuştur.

Dondurma örneklerinin ortalama yağ içeriklerinde en düşük değer % 7.50 ile Xs, EPS1 ve XsEPS2 örneklerinde, en yüksek değer ise % 7.83 ile EPS2 örneğinde saptanmıştır (Çizelge 5). Çalışmada dondurma formülasyonunda yağ oranının % 8 olması öngörülmüştü. Bu değere oldukça yaklaşılmış olmasına rağmen, tümünde aynı değer bulunmamış olması, yağ oranı ayarlamada kullanılan kremanın kısmen kristallenmesi sonucunda, her tarafının aynı yağ oranına sahip olmamasından kaynaklandığını söylemek mümkündür. Buna rağmen çalışmamızda, stabilizatör dışındaki dondurma bileşenlerinin oranlarının mümkün olduğunca aynı olması için yapılan hesaplama ve bunların uygulamaları olumlu sonuç verdiğinden, yağ içerikleri bakımından bazı farklılıklar olmasına karşın örneklerde istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık saptanmamıştır ($p > 0.05$). Dondurmalarda yağ oranını Çeliker (2008) % 5.05 ile % 6.25, Akalın ve ark. (2008) % 3.2 ile % 9.9, Ruger ve ark. (2002) % 11.09 ile % 11.21, Guinard ve ark. (1996) % 8.73 ile % 19.30 arasında bulmuşlardır. Elde ettiğimiz değerler, Akalın ve ark. (2008), tarafından tespit edilen değerler ile kısmen paralellik göstermiştir. Çeliker (2008) tarafından saptanan değerlerden yüksek, Ruger ve ark. (2002), Guinard ve ark. (1996)'nın bulduğu değerlerden düşük çıkmıştır. Yağ miktarında görülen bu değişim, araştırmacıların formülde kullandıkları yağ kaynaklarının (yağlı süt, krema, tereyağı vb.) farklı oranda yağ içermesinden ve bunların farklı oranlarda kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Sade ve çikolatalı dondurmaların bünyesinde bulunan proteinli maddeler, süttten ve kullanılan diğer bileşenlerden ileri gelmektedir. Bununla birlikte meyveli dondurmalarındaki proteinler ise bunlara ilaveten meyveden gelmektedir (Yeşilsu, 2006). Bu çalışmada ise kuruyemiş gibi farklı protein kaynakları kullanılmadığından, proteinin tümü süt kaynaklıdır. Bu çalışmada, dondurma örneklerinin ortalama protein değerlerinin % 4.05 ile % 4.17 arasında yer aldığı belirlenmiş ve istatistiksel olarak bir farklılığın oluşmadığı ($p > 0.05$) saptanmıştır (Çizelge 5). Diğer çalışmalarda dondurmanın protein miktarı Çeliker (2008) tarafından % 3.07 ile % 4.40 arasında, Yeşilsu (2006) tarafından % 3.35 ile % 4.01 arasında, Badem (2006) tarafından % 3.53 ile % 4.33 arasında belirlenirken, Akalın ve ark.

(2008) % 3.7 ile % 8.0 arasında, Aim ve ark. (2001) tarafından % 3.38 ile % 3.81 arasında bulunmuştur. Tespit ettiğimiz sonuçlar, Akalın ve ark. (2008)'nin bulduğu değerlerden üst limit olarak düşüktür. Protein değerlerine ait sonuçlarımız diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlarla kısmen benzerlik göstermektedir.

Dondurma örneklerinin kül değerleri üzerine örnek farklılığının önemli derecede etkide bulunduğu ($p<0.05$) görülmüştür (Çizelge 5). En yüksek kül oranlarına % 0.99'luk değerlerle EPS1 ve EPS2 örneklerinde rastlanırken, en düşük kül oranlarına ise % 0.91'lik değerlerle Xs ve CMC örneklerinde rastlanmıştır. Dondurma üretiminde kullanılan EPS1 ve EPS2 çözeltilerinin kül oranlarının yüksek olmasının, bunların elde edildiği peynir altı suyunun bileşiminde bulunan ve kül oranına doğrudan etki eden mineral madde oranının yüksek olmasından kaynaklandığını söylemek mümkündür. Dondurma üretiminde kullanılan EPS çözeltileri tamamen saflaştırılmadığından, bunların içeriğinde bir miktar mineral madde kalmış ve üretiminde kullanıldıkları dondurmaların bileşimlerine yansımıştır. Böylece EPS içeren dondurmaların kül içerikleri, katıldıkları orana bağlı olarak diğer dondurmalarından daha yüksek çıkmıştır. Dondurmada kül miktarını Hatipoğlu (2007) % 0.68 ile % 0.79, Yeşilsu (2006) % 0.76 ile % 1.02, Durak (2006) % 0.59 ile % 0.92, Aliyev (2006) % 0.58 ile % 0.91 arasında bulmuşlardır. Tespit ettiğimiz kül oranları yukarıda bahsedilen çalışmaların alt değerlerinden yüksektir. Bu çalışmada bulunan kül değerlerinin diğer çalışmalarda bulunan değerlerden nispeten yüksek olması, dondurma üretiminde kullandığımız, tamamen saflaştırılmamış EPS'lerden ve diğer bileşenlerin özelliklerinden kaynaklanmıştır.

Bu çalışmada dondurma örneklerinin ortalama asitlik (laktik asit) değerlerinin % 0.21 ile % 0.23 arasında yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 5). Laktik asit değerlerinin stabilizatör farklılıklarından önemli derecede etkilenmediği ($p>0.05$) görülmüştür. Laktik asit değerlerinin farklılık göstermemesinin sebebinin; dondurmaların aynı şartlarda üretilip muhafaza edilmesi ve üretimde kullanılan EPS çözeltilerinin doğal süt pH değerine (6.6) ayarlanmasından kaynaklandığı söylenebilir. Dondurmalarda Hatipoğlu (2007) % 0.31 ile % 0.45, Yeşilsu (2006) % 0.22 ile % 0.43, Şahan ve Kaçar (2004) % ile % 0.26 arasında değişen asitlik değerleri bulmuşlardır. Aim ve ark. (2001) bu değeri % 0.19 ile % 0.79 olarak belirlemişlerdir. Elde ettiğimiz laktik asit değerleri, diğer araştırmacıların tespit ettiği değerlerden genel olarak düşük çıkmıştır. Bu durum çalışmamızda, ısıl işlemden miksin dondurulmasına kadar geçen süre içerisinde miksin içerisinde kalmış olabilecek sıcaklığa dirençli bakterilerin faaliyetlerinin iyi kontrol altında tutulmasıyla açıklanabilir.

Çizelge 5. Dondurma örneklerine ait kimyasal özellikler

| Dondurma örneği | Kurumadde | Yağ | Protein | Kül | Asitlik | pH |
|-----------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Xs | 39.99±0.29 ^a | 7.50±0.55 ^a | 4.10±0.13 ^a | 0.91±0.02 ^b | 0.22±0.01 ^a | 6.50±0.09 ^a |
| CMC | 39.84±0.40 ^a | 7.60±0.50 ^a | 4.05±0.18 ^a | 0.91±0.01 ^b | 0.21±0.01 ^a | 6.60±0.08 ^a |
| EPS1 | 40.83±0.35 ^a | 7.50±0.55 ^a | 4.13±0.16 ^a | 0.99±0.06 ^a | 0.23±0.01 ^a | 6.54±0.05 ^a |
| EPS2 | 40.33±0.67 ^a | 7.83±0.75 ^a | 4.12±0.10 ^a | 0.99±0.06 ^a | 0.21±0.01 ^a | 6.61±0.05 ^a |
| XsEPS1 | 40.10±0.34 ^a | 7.58±0.50 ^a | 4.17±0.17 ^a | 0.98±0.03 ^a | 0.22±0.01 ^a | 6.60±0.06 ^a |
| XsEPS2 | 40.91±0.71 ^a | 7.50±0.55 ^a | 4.13±0.14 ^a | 0.96±0.01 ^{ab} | 0.21±0.01 ^a | 6.61±0.04 ^a |
| CMCEPS1 | 40.20±0.30 ^a | 7.67±0.50 ^a | 4.17±0.10 ^a | 0.97±0.02 ^{ab} | 0.23±0.01 ^a | 6.62±0.04 ^a |
| CMCEPS2 | 40.32±0.71 ^a | 7.58±0.50 ^a | 4.13±0.14 ^a | 0.96±0.03 ^{ab} | 0.21±0.01 ^a | 6.63±0.05 ^a |

Xs: % 0.3 Ksantan gum; CMC: % 0.3 Karboksümetil selüloz; EPS1: % 0.3 EPS1 çözeltisi; EPS2: % 0.3 EPS2 çözeltisi;

XsEPS1: % 0.15 Ksantan gum + % 0.15 EPS1 çözeltisi; XsEPS2: % 0.15 Ksantan gum + % 0.15 EPS2 çözeltisi; CMCEPS1: % 0.15 Karboksümetil selüloz + % 0.15 EPS1 çözeltisi; CMCEPS2: % 0.15 Karboksümetil selüloz + % 0.15 EPS2 çözeltisi

^{a,b} Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar $p<0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Deneme dondurma örneklerinin ortalama pH değerlerinin 6.50 ile 6.63 arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 5). Ortalama pH değeri en yüksek 6.63 ile CMCEPS2 örneğinde görülürken, en düşük değere sahip örnek ise 6.50 ile Xs olmuştur. Genel olarak dondurma örneklerinin pH değerleri üzerine örnek farklılığının önemli derecede etkisi olmadığı saptanmıştır. Ksantan gamla üretilen dondurmanın pH değerinin, önemli derecede olmasa da, diğer örneklerden biraz düşük çıkmasında karboksil gruplarını fazlaca içermesinin etkisi olduğu düşünülmektedir. Örnekler arasındaki bu farklılığın, miks formülasyonuna giren bileşenlerin özelliklerinden, EPS çözeltilerinde yapılan pH ayarlamasından ve miks ortamının tamponlama yapma kapasitesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Çelik ve ark. (2010) 6.61 ile 6.65, Akın ve Akın-Güler (2008), 4.85 ile 5.28, Akesowan (2009) 6.15 ile 6.34, Ruger ve ark. (2002) 6.40 ile 6.51 arasında değişen pH değerleri bulmuşlardır. Saptadığımız pH değerleri, Akın ve Akın-Güler (2008) ve Akesowan (2009), tarafından bulunan değerlerden yüksektir. Bizim çalışmamızla diğer çalışmalar arasında ortaya çıkan farklılıklar ise tamamen formülasyonda kullanılan bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Elde ettiğimiz pH değerleri, Çelik ve ark. (2010), Ruger ve ark. (2002) tarafından bulunan değerlere kısmen benzerlik göstermektedir.

3.5. Dondurmaların Fiziksel Özellikleri

Dondurma örneklerinin ortalama erime süreleri bakımından en yüksek değer 728 s ile XsEPS1 örneğinde, en düşük değer ise 383 s ile CMC örneğinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Dondurmaların erime süreleri arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılıklar oluşmuştur ($p < 0.01$). Genel olarak, EPS1 örneğinin tek olarak kullanıldığı dondurma ve bu örneğin Xs ve CMC kombinasyonları ile üretilen dondurmaların daha uzun erime sürelerine sahip oldukları görülmektedir. Dondurmaların erime süreleri Akın ve Akın-Güler (2008) tarafından 1011 s ile 1478 s, Yaşar ve Şahan (2008) tarafından 2331 s ile 3051 s, Durak (2006) tarafından 570 s ile 1899 s, Aliyev (2006) tarafından 1249 s ile 2025 s, Şahan ve Kaçar (2004) tarafından 2279 s ile 2746 s arasında değişen değerler olarak belirlenmiştir. Muse ve Hartel (2004) ise dondurmada erime süresiyle ilgili olarak 12 s ile 216 s arasında değişen değerler bulmuşlardır. Bu durumun, araştırmacıların dondurma üretiminde kullandıkları stabilizatör ve diğer bileşenlerin farklı olmasından, ayrıca analiz yöntemlerinin bu çalışmadakinden farklı olmasından (örnek miktarı, sıcaklık vb.) kaynaklandığı söylenebilir. Ancak bu çalışmada bütün dondurmaların kurumadde oranları birbirine yakın olduğundan, farklılığın daha çok dondurmaların fizikokimyasal farklılıklarından ileri geldiği varsayılmaktadır. Dondurmanın erime süresine miksin viskozitesinin, hacim artışının ve buz kristallerinin büyüklüğünün etki ettiği bildirilmiştir (Chen ve ark., 2019).

Deneme dondurma örneklerinin hacim artışında ortalama değerlerin en düşük % 16.19 ile EPS1 örneğinde, en yüksek % 31.46 ile EPS2 örneğinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6). Xs, CMC ve EPS2 hidrokolloitlerinin tek başlarına kullanıldığı dondurmalar, diğer örneklerden önemli derecede yüksek ($p < 0.05$) hacim artışı değerleri göstermiştir. Miks içeriğinde yer alan maddelerin (stabilizatör hariç) bileşimi, dondurma makinasının özelliği, üretim tekniği vb. faktörler aynı olduğundan farklılığın dondurma üretiminde kullanılan farklı stabilizatörlerden kaynaklandığı söylenebilir.

Çizelge 6. Dondurma örneklerine ait fiziksel özellikler

| Dondurma örneği | Erime süresi | Hacim artışı | Serum stabilitesi |
|-----------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Xs | 392.00± 89.45 ^c | 30.01±2.91 ^a | 100.00±0.00 ^a |
| CMC | 383.00± 49.10 ^c | 29.74±2.99 ^a | 100.00±0.00 ^a |
| EPS1 | 518.00± 89.69 ^b | 16.19±1.12 ^c | 78.27±6.06 ^b |
| EPS2 | 433.00± 27.73 ^{bc} | 31.46±2.74 ^a | 100.00±0.00 ^a |
| XsEPS1 | 728.00±127.00 ^a | 23.54±3.48 ^b | 100.00±0.00 ^a |
| XsEPS2 | 387.00± 41.87 ^c | 24.97±3.07 ^b | 100.00±0.00 ^a |
| CMCEPS1 | 423.00± 64.82 ^{bc} | 23.82±2.17 ^b | 100.00±0.00 ^a |
| CMCEPS2 | 389.00± 40.94 ^c | 21.85±1.47 ^b | 100.00±0.00 ^a |

Xs: % 0.3 Ksantan gum; CMC: % 0.3 Karboksümetil selüloz; EPS1: % 0.3 EPS1 çözeltisi; EPS2: % 0.3 EPS2 çözeltisi;

XsEPS1: % 0.15 Ksantan gum + % 0.15 EPS1 çözeltisi; XsEPS2: % 0.15 Ksantan gum + % 0.15 EPS2 çözeltisi; CMCEPS1:

% 0.15 Karboksümetil selüloz + % 0.15 EPS1 çözeltisi; CMCEPS2: % 0.15 Karboksümetil selüloz + % 0.15 EPS2 çözeltisi

^{a,b} Farklı harfle gösterilen ortalamalar $p < 0.05$ düzeyinde birbirinden farklıdır.

Diğer çalışmalarda hacim artış oranlarını, Çelik ve ark. (2010) % 35.93 ile % 48.94 arasında, Akın ve Akın- Güler (2008) % 24.90 ile % 30.20 arasında, Şahan ve Kaçar (2004) % 29.76 ile % 45.24 arasında, Koçan ve Koçak (2002) % 85.60 ile % 92.50 arasında, Dertli ve ark. (2016) % 22.54 ile % 33.33 arasında belirlemişlerdir. Bulduğumuz hacim artış değerleri, Akın ve Akın-Güler (2008) tarafından bulunan değerlere kısmen benzerlik gösterirken, Dertli ve ark. (2016) tarafından verilen değerlere bir örnek dışında (EPS1) tamamen benzerlik göstermektedir. Çelik ve ark. (2010) ile Şahan ve Kaçar (2004) tarafından bulunan değerlerden ise düşük çıkmıştır. Hacim artış değerlerinin farklılık

göstermesi, üretim sırasında dondurucu makinanın sıyrıcı bıçaklarının yapısına, miksin dondurucuya konulma sıcaklığına ve makinanın soğutma kapasitesi ve buna bağlı olarak dondurucuda geçirdiği süreye bağlı olarak değişebildiği gibi, stabilizatörlerin farklılığından da kaynaklanabilmektedir.

EPS1 örneği hariç diğer örneklerde serum ayrılması gözlenmemiştir. EPS1 örneğinde serum ayrılması değeri % 21.73 olarak saptanmıştır (Çizelge 6) . Serum ayrılması üzerine stabilizatörlerin kimyasal yapılarının, dolayısıyla su bağlama kapasitelerinin etkili olduğu söylenebilir ki, bu durum EPS1 olarak kodlanan ekzopolisakkaritin su bağlama kapasitesinin düşük olduğunu göstermektedir.

4. Sonuç

Bu çalışma, dondurma üretiminde farklı kaynaklardan elde edilen çeşitli ticari stabilizatörlerin tamamen veya kısmen, doğal bir hidrokolloit olan ekzopolisakkaritlerle ikame edilme olanaklarının araştırılmasını amaçlamıştır. Peyniraltı suyu kullanılarak EPS üretiminin mümkün olduğu, 42 °C'de 2 sa inkübe edildikten sonra 14 sa süreyle 32 °C'de bekletmenin EPS verimini önemli derecede arttırdığı belirlenmiştir. Her iki EPS'nin de tek başlarına kullanıldığı dondurma mikslarında tatmin edici düzeyde viskozite artışı sağladığı, bu EPS'lerin ksantan gum ve karboksimetil selülozla kombinasyonlarının kullanıldığı mikslarda viskozite değerlerinin daha da yükseldiği saptanmıştır. Dondurmaların bileşimleri arasında genel olarak bir farklılık oluşmamıştır. Dondurmaların erime sürelerinin uzatılmasında EPS1'in kullanılmasıyla olumlu sonuçlar alındığı, diğer taraftan EPS2 örneğinin yalnız kullanıldığı dondurmanın daha yüksek hacim artışı gösterdiği belirlenmiştir. Bu veriler ışığında, dondurma üretiminde kullanılacak EPS'lerin fizikokimyasal özelliklerinin iyi bilinmesi ve amaca uygun özellikler gösteren EPS'lerin dondurma miksi stabilizasyonunda diğer hidrokolloitlerle kombinasyon halinde veya tek başlarına kullanılmasının da mümkün olduğu, ancak seçilecek EPS'lerin fizikokimyasal özelliklerinin iyi karakterize edilmesi gerektiği ortaya konulmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından YYÜ-BAP-2010-FBE-D031 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

Kaynakça

- Abd El-Rahman, A. M., Madkor, S. A., Ibrahim, F. S., & Kilara, A., (1997). Physical characteristics of frozen desserts made with cream, anhydrous milk fat, and milk fat fractions. *Journal of Dairy Science*, 80, 1926-1935.
- Acı, C., & Özcan, T., 2008. *Dondurma kristalizasyon ve rekristalizasyon mekanizması*. Türkiye 10. Gıda Kongresi. 21-23 Mayıs 2008, Erzurum. 705-708.
- Aime, D.B., Arntfield, S.D., Malcolmson, L.J., & Ryland, D. (2001). Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Research International*, 34, 237- 246.
- Akalın, A. S., Karagözlü, C., & Ünal, G. (2008). Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *Eur Food Res Technol*, 227, 889–895.
- Akesowan, A. (2009). Influence of soy protein isolate on physical and sensory properties of ice cream. *Thai Journal of Agricultural Science*, 42, 1-6.
- Akın, M.S., & Akın-Güler, M.B. (2008). *Farklı oranlarda inülin ve maltrin ilavesinin probiyotik yoğurt dondurmalarının fiziksel ve duyuşsal özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma*. Türkiye 10. Gıda Kongresi. 21-23 Mayıs 2008 , Erzurum. 687-690.
- Aliyev, C. (2006). *Kefir ve yaban mersininin dondurmanın fizikokimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisinin belirlenmesi*. (yüksek lisans tezi, basılmamış). OMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Altun, İ. (2018). Exopolysaccharides in milk and dairy products as a functional component. *Journal of the Institute of Natural & Applied Sciences*, 23 (1), 115 – 122.
- Amatayakul, T., Sherkat, F., & Shah, N. P. (2006). Physical characteristics of set yoghurt made with altered casein to whey protein ratios and EPS-producing starter cultures at 9 and 14% total solids. *Food Hydrocolloids*, 20, 314-324.
- Anonim. (2018). <https://www.bik.gov.tr/dondurma-dort-mevsim-tuketilmeli/> Erişim: 10.11.2019
- Anonim. (2005). Türk Gıda Kodeksi, Dondurma Tebliği, Tebliğ No: 2004/45.
- Anonim. (2009b). Overrun <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/overrun.html> Erişim: 06.03.2009

- Anonim. (2009a). Mix calculations. <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/iccalc.html> -Erişim: 06.03.2009
- AOAC. (1995). *Official Method International*, (15th Ed.) 930.33-941.08 Association of Official Analysis Chemists, Washington, DC.
- Arunkumar. R., Muthuvigneshwaran, K. P., & Vinothkumar, A. M. (2012). Production and characterization of exopolysaccharides using *Lactobacillus* sp. isolated from milk and milk products, *International Journal of Current Research*, 4, 103-107.
- Badem, A. (2006). *Keçiboynuzu pekmezli dondurma üretiminde kullanılan karragenan , ksantan ve keçiboynuzu zamklarının dondurmaların kaliteleri üzerine etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Bayram, B., & Heperkan, D. (2006). *Bazı izole edilen laktik asit bakterilerinin ekzopolisakkarit üretimlerinin incelenmesi*. Türkiye 9. Gıda Kongresi. 24-26 Mayıs 2006, Bolu. 591.
- Bergmaier, D., Champagne, CP., & Lacroix, C. (2003). Exopolysaccharide production during batch cultures with free and immobilized *Lactobacillus rhamnosus* RW- 9595M. *J. Appl. Microbiol*, 95, 1049- 1057.
- Boke, H., Aslım, B., & Alp, G. (2010). The role of resistance to bile salts and acid tolerance of exopolysaccharides (Epps) produced by yogurt starter bacteria. *Arch. Biol. Sci., Belgrade*, 62 : 323-328.
- Çelik, Ş., Cankurt., H., & Doğan, C. (2010). Safran ilavesinin sade dondurmanın bazı özelliklerine etkisi. *Gıda*, 35, 33-39.
- Çeliker, M. B. (2008). *Alıç meyvesinin pekmeze işlenerek dondurma üretimine ilavesiyle dondurmanın kalite kriterleri üzerine etkilerinin araştırılması* (yüksek lisans tezi, basılmamış). AKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Cerning, J. (1995). Production of exopolysaccharides by lactic acid bacteria and dairy propionibacteria. *Lait*, 75, 463-472.
- Charchoghlyan, H., Bae, J.E., Kwon, H., & Kim M. (2017). Rheological properties and volatile composition of fermented milk prepared by exopolysaccharide-producing *Lactobacillus acidophilus* n.v. Er2 317/402 Strain Narine. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 22, 327-338.
- Chen, W., Liang, G., Li, X., He, Z., Zeng, M., Gao, F.Q., Qin, F., Goff, H.D., & Chen, J. (2019). Effects of soy proteins and hydrolysates on fat globule coalescence and meltdown properties of ice cream. *Food Hydrocolloids*. 94, 279-286.
- De Vuyst, L., & Degeest, B. (1999). Heteropolysaccharides from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Reviews*, 23, 153-177.
- Degeest, B., & De Vuyst, L. (1999). Indication that the nitrogen source influences both amount and size of exopolysaccharides produced by *Streptococcus thermophilus* LY03 and modelling of the bacterial growth and exopolysaccharide production in a complex medium. *Appl. Environ. Microbiol*, 65, 2863-2870.
- Degeest, B., & De Vuyst, L. (2000). Correlation of activities of the enzymes α - Phosphoglucomutase, UDP-Galactose-4-Epimerase and UDP-Glucose Pyrophosphorylase with exopolysaccharides biosynthesis by *Streptococcus thermophilus* LY03. *Applied and Environmental Microbiology*, 66, 3519-3527.
- Demir, M. (2001). *Kefir dondurması üretimi ve üretilen dondurmaların duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri*. (yüksek lisans tezi, basılmamış). AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Demirci, M., & Şimşek, O. (1997). *Süt İşleme Teknolojisi*. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. İstanbul. 207.
- Dertli, E., Toker, O.S., Durak, M.Y., Yılmaz, M.T., Tatlısu, N.B., Sagdic, O., & Cankurt, H. (2016). Development of a fermented ice-cream as influenced by in situ exopolysaccharide production: Rheological, molecular, microstructural and sensory characterization. *Carbohydrate Polymers*, 136, 427-440.
- Duboc, P., & Mollet, B. (2001). Applications of exopolysaccharides in the dairy industry. *International Dairy Journal*, 11, 759-768.
- Dubois, M., K. A. Gilles., J. K. Hamilton., P. A. Rebers., & F. Smith. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem*, 28, 350-356.

- Durak, M. (2006). Yoğurt dondurmasının fizikokimyasal, duyuusal ve mikrobiyolojik özelliklerine yabancı mersininin etkisi (yüksek lisans tezi, basılmamış). OMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Faber, E. J., Zoon, P., Kamerling, J. P., & Vliegthart, J. F. G. (1998). The exopolysaccharides produced by *Streptococcus thermophilus* Rs and Sts have the same repeating unit but differ in viscosity of their milk cultures. *Carbohydr. Res.*, 310, 269-276.
- Guinard, J.-X., Zoumas-morse, C., Mori, L., Panyam, D., & Kılara, A. (1996). Effect of sugar and fat on the acceptability of vanilla ice cream. *Journal of Dairy Science*, 79, 1922-1927.
- Gürsoy, A., & Balaban, B. (2009). *Stabilizatör ve emülgatörün dondurma yapısına etkisi*. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29 Mayıs 2009, Van. 702-706.
- Hatipoğlu, A. (2007). *Bazı yağ ikame maddeleri kullanılarak yapılan yağ oranı düşürülmüş dondurmaların kalite özelliklerinin araştırılması* (yüksek lisans tezi, basılmamış). HÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Urfa.
- Helland, M.H., Wicklund, T., & Narvhus J.A. (2004). Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk-and water- based cereal puddings. *International Dairy Journal*, 12, 579-89.
- Karademir-Şanlı, E. (2006). *Pastörizasyon sıcaklıklarının ve ekzopolisakkarit üreten kültür kullanımının az yağlı kaşar peynirinin bazı niteliklerine etkileri* (Doktora tezi, basılmamış). AÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Keçeli, T., Konar, A., & Robinson, K.K. (1997). Effect of sahlep and some alternative stabilizers on the Qualities of goat milk ice cream. Ice cream, proceeding of the international symposium. *International Dairy Federation-ref. S.1: 9803*, ISBN 9290-98-029-3, 180 p. Belgium.
- Kelvin, K.T.G., Rajish S. N., & Lara, M.M. (2008). Exploiting the functionality of lactic asit bacteria in ice cream, *Food Biophysics*, 3, 295-304.
- Kim, C.H. (2017). 11th European nutrition and dietetics conference. *J Food Nutr Disord*, 6, 3(Suppl) .
- Kırdar, S. (1999). *Dondurma Teknolojisi Ders Notları*, Burdur (Basılmamış).
- Koçan, D. (2002). *Dondurma üretiminde kullanılan farklı stabilizatörlerin dondurma yapısına etkisi*. Türkiye 7. Gıda Kongresi. 22- 24 Mayıs 2002, Ankara. 767-775.
- Koçan, D., & Koçak, C. (2002). Vanilyalı dondurma üretiminde Quest Admul MG-4143 emülgatörünün farklı kullanım oranlarının dondurma niteliklerine etkisi. *Gıda*, 27, 369-377.
- Kumar, C.G., Joo, H.S., Choi, J.W., Koo, Y.M., & Chang, C.S. (2004). Purification and characterization of an extracellular polysaccharide from haloalkalophilic *Bacillus* sp. I-450, *Enzyme and Microbial Technology*, 34, 673-681.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., & Çağlar, A. (2003). *Süt Mamülleri Muayene ve Analiz Metotlar Rehberi*. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Yay. No: 56, Erzurum. 252.
- Madigan, M.T., & Martinko, J.M. (2010). *Brock-Mikroorganizmaların Biyolojisi*. Palme Yayıncılık. Sıhhiye, Ankara.
- Malaka, R., Ohashi, T., & Baco, S. (2013). Effect of bacteria exopolysaccharide on milk gel formation. *Open Journal of Forestry*, 3, 10-12.
- Marshall, V. M., & Rawson, H. L. (1999). Effects of exopolysaccharide-producing strains of *thermophilic lactic acid bacteria* on the texture of stirred yoghurt. *International Journal of Food Science and Technology*, 34, 137-143.
- Mattila- Sandholm, T., Myllarinen P., Critenden R., Mogensen G., Fonden R., & Saarela M. (2002). Technological challenges for future probiotic foods. *International Dairy Journal*, 12, 173-182.
- Menrad, K. (2003). Market and marketing of functional food in Europe. *Journal of Food Engineering*, 56, 181-188.
- Metin, M., & Öztürk, G.F. (2002). *Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri*. Ege Meslek Yüksekokulu Basımevi, Bornova-İzmir.
- Milci, S., & Yaygın, H. (2003). *Üretimden tüketime dondurmada kritik kontrol noktalarında tehlike analizi uygulamaları*. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu. 22-23 Mayıs 2003, Bornova-İzmir. 121-126.
- Mukan, M., & Evliya, B. (2002). Adana piyasasında tüketime sunulan sade kaymaklı dondurmaların mikrobiyolojik kalitelerinin tüketici sağlığı açısından değerlendirilmesi. *Gıda*, 27, 489-496.
- Muse, M.R., & Hartel, R.W. (2004). Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, 87, 1-10.

- Prindiville, E.A., Marshall, R.T., & Heymann, H. (1999). Effect of milk fat on the sensory properties of chocolates ice cream. *Journal of Dairy Science*, 82, 1425-1432.
- Ruas-Madiedo, P., Hugenholtz, J., & Zoon, P. (2002). An overview of the functionality of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*, 12, 123-171.
- Ruas-Madiedo, P., Salazer, N., & de los Reyes Gavilan, C.G. (2009). Exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria in food and probiotic applications. *Biotechnological and Medical Applications. Chapter, 45*, 887-902.
- Ruger, P. R., Baer, R.J., & Kasperson, K.M. (2002). Effect of double homogenization and whey protein concentrate on the texture of ice cream. *Journal of Food Science*, 85, 1684-1692.
- Shah, N. P. (2003). The exopolysaccharide production by starter cultures and their influence on textural characteristics of fermented milk. *International Dairy Federation*, 101-105.
- Soukoulis, C., Lyroni, E., & Tzia, C. (2010). Sensory profiling and hedonic judgement of probiotic ice cream as a function of hydrocolloids, yogurt and milk fat content. *LWT - Food Science and Technology*, 43, 1351-1358.
- Soyuçok, A., Ekiz, T., & Kılıç, G.B. (2017). Ekzopolisakkaritlerin özellikleri ve gıda sanayindeki önemi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı* 332-344
- SPSS. (2007). 16.0 for Windows Release 16.0.1. Chicago, IL, USA.
- Stanton, C., Gardiner G., Meehan H., Collins K., Fitzgerald G., Lynch P.B., & Ross R.P. (2001). Market potential for probiotics. *American Society for Clinical Nutrition*, 73, 476-483.
- Sullivan, A., & Nord C.E. (2002). The place of probiotics in human intestinal infections. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 20, 313-319
- Şahan, N., & Kaçar, A. (2004). Farklı yağ oranları ve tatlandırıcı kombinasyonlarının enerjisi azaltılmış dondurmaların fiziksel ve duyu özelliklerine etkileri. *J.Agric Fac. HR. U*, 8, 1-6.
- Şimşek, O. (1997). Dondurmanın besleyici değeri. *Pasta-Ekmek--Dondurma Der.*, Ocak-Şubat, 30-31.
- Şimşek, Ö., & Çon, A. H. (2003). *Laktik asit bakterilerinde ekzopolisakkarit üretimi ve ekzopolisakkaritlerin süt ürünlerindeki fonksiyonları*. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu (Ed. N. Akbulut). 22-23 Mayıs, İzmir. 87-94.
- Tokuç, K., Demirci, M., Bilgin, B., & Arıcı, M. (2008). *Bebek orijinli lactobacillus ssp kullanılarak probiotik dondurma üretimi ve depolama süresince probiotik bakteri canlılığı ile diğer bazı özelliklerin belirlenmesi*. Türkiye 10. Gıda Kongresi. 21- 23 Mayıs, Erzurum. 101-104.
- Tuinier, R., Van Casteren, W. H. M., Looijesteijn, P. J., School, H. A., Voragen, A. G. J., & Zoon, P. (2001). Effects of structural modifications on some physical characteristics of exopolysaccharides from *Lactococcus lactis*. *Biopolymers*, 59, 160-166.
- Tunçtürk, Y. (2009). Influence of starter culture strains, pH adjustment and incubation temperature on exopolysaccharide production and viscosity in whey. *African Journal of Biotechnology*, 8, 4222-4228.
- Tunçtürk, Y., Zorba, Ö., & Özrenk, E. (2000). Farklı homojenizasyon basıncı derecelerinin set yoğurtların bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özelliklerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 10, 45-52.
- Yang, Z., Huttunen, E., Staaf, M., Widmalm, G., & Tenhu, H. (1999). Separation, purification and characterisation of extracellular polysaccharides produced by slime-forming *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* strains. *International Dairy Journal*, 9, 631-638.
- Yaşar, K., & Şahan, N. (2008). *Kahramanmaraş-Tipi dondurmaların fiziksel ve duyu özellikleri üzerine bal ve pekmez kullanımının etkileri*. Türkiye 10. Gıda Kongresi. 21-23 Mayıs 2008, Erzurum. 795-799.
- Yeşilsu, A. F. (2006). *Dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyu özellikleri üzerine bazı pekmez çeşitlerinin etkisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). OMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Zhang, J., Zhao, W., Guo, X., Guo, T., Zheng, Y., Wang, Y., Hao, Y., & Yang, Z. (2017). Survival and effect of exopolysaccharide-producing *Lactobacillus plantarum* YW11 on the physicochemical properties of ice cream. *Food Technology*. 67, 191-200
- Zhang, Y., Li, S., Zhang, C., Luo, Y., Zhang, H., & Yang, Z. (2011). Growth and exopolysaccharide production by *Lactobacillus fermentum* F6 in skim milk. *African Journal of Biotechnology*, 10, (11), 2080-2091.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

GUL Herbariyumu'nun (Isparta) Apiaceae Familyası Envanteri ve Revizyonu

Hasan ÖZÇELİK*¹, Özlem BEBEKLİ²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 32100, Isparta, Türkiye

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, 32100, Isparta, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-0207-0921> ²<https://orcid.org/0000-0001-2345-6789>

*Sorumlu yazar e-posta: hasanozcelik@sdu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 13.09.2019
Kabul: 26.02.2020
Online Yayınlanma 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.619995

Anahtar kelimeler

Apiaceae,
Bitki coğrafyası,
Envanter,
GUL Herbariyumu,
Revizyon,
Umbelliferae.

Öz: Bu çalışma, GUL Herbariyumu'nda bulunan Apiaceae (Umbelliferae) familyası örneklerinin yeniden düzenlenmesi, internet sitesinde veri tabanı hazırlanması, teşhis edilmemiş örneklerin teşhis edilmesi, teşhisli olanların yeni literatür ışığında kontrol edilmesi ve temel sistematik eserlerdeki tanımlamalara uymayan özellikleri ile endemik taksonların ve tehlike kategorilerinin belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Bu çalışma ile GUL Herbariyumu'nda Apiaceae familyasına bağlı 54 cins ve bu cinslere ait 128 türe bağlı 135 takson belirlenmiştir. GUL Herbariyumu'ndaki Apiaceae familyasının takson zenginliği yönünden ilk sıradaki cinsleri; *Bupleurum* ve *Pimpinella* 8, *Eryngium* 7, *Scandix* 6, *Johrenia*, *Chaerophyllum*, *Anthriscus*, *Prangos*, *Ferulago*, *Torilis*, *Daucus* 5'er takson içermektedir. Endemik takson sayısı 20 olup; 4 takson LC, 6 takson NT, 3 takson CD, 5 takson VU, 1 takson EN ve 1 takson ise CR kategorisindedir. 60 takson Türkiye'deki çeşitli kareler için yeni kayıttır. Örneklerin tamamı Türkiye menşeli olup, çoğunluğu Doğu Anadolu'dan ve Göller Yöresi'nden toplanmıştır. Sunulan örneklerin çoğunluğu ilk yazar tarafından toplanmış ve teşhis edilmiştir. Ancak teşhisinde şüpheli olan veya tamamıyla çeşitli nedenlerden dolayı teşhis edilemeyen örnekler de bulunmaktadır.

Family Apiaceae Inventory and Revision in GUL Herbarium (Isparta)

Article Info

Received: 13.09.2019
Accepted: 26.02.2020
Online Published 31.03.2020
DOI: 10.29133/yyutbd.619995

Keywords

Apiaceae,
Plant geography,
Inventory,
Herbarium GUL,
Revision,
Umbelliferae.

Abstract: This study is based on the rearrangement of Apiaceae (Umbelliferae) family samples which are included in Herbarium GUL, the preparation of database in the website, the diagnosis of the samples which have not been diagnosed, checking the diagnosed ones according to present literature and the properties that do not comply with the definitions in the basic systematic works and determining of the endangered and endemic kinds. With this study, 54 genera and 128 species in Apiaceae family in Herbarium GUL and 135 taxa belong to these genera have been determined. The genera in term of kind abundance in Apiaceae (Umbelliferae) family in Herbarium GUL are *Bupleurum* (8 taxa), *Pimpinella* (8 taxa), *Eryngium* (7 taxa), *Scandix* (6 taxa), *Johrenia*, *Chaerophyllum*, *Anthriscus*, *Prangos*, *Ferulago*, *Torilis*, *Daucus* (5 taxa). Endemic taxon number in the herbarium is 20. 4 taxa to LC, 6 to NT, 3 to CD, 5 to VU, 1 to EN and 1 taxon belong to CR categories. 60 taxa are new records for various squares in Türkiye. All of the specimens were of Turkish origin and most of them were collected from Eastern Anatolia and Lakes Region. Most of the talked samples were collected and identified by first author. However, there are also specimens that are suspicious or not completely diagnosed for various reasons.

1. Giriş

Yeryüzündeki bitkilerin dağılımları ve yaşam ortamları ile ilgili bilgilere ulaşmanın bir yolu da herbariumlardır. Herbariumlar; kabul görmüş belli bir sınıflandırma sistemine göre düzenlenmiş, bilimsel çalışmalara ışık tutan, belirli yöntemler ve teknikler kullanılarak toplanmış ve sıkıştırılarak kurutulmuş bitki örneklerinin korunup saklandığı, canlı bitkiye ulaşmanın mümkün olmadığı veya çok zor olduğu durumlarda kuru materyal bulunmasını sağlayan, çeşitli araştırmaların yapıldığı önemli bitki müzeleridir. Türkiye'de yaklaşık 60 herbarium bulunmaktadır (Uma ve Düzenli, 2012) ve bunlardan 50'si, dünyada kurulu ve belirli standartlara sahip dünya genelinde tüm verilerinin tutulduğu, Index Herbariorum'a kayıtlıdır (Özdeniz ve Kurt, 2011). Ayrıca ülkemizin bitki çeşitliliğinin iyi bilinmesi, araştırma olanaklarının iyileştirilmesi ve hızlandırılması için 2001 yılında TUBİVES (Türkiye Bitkileri Veri Sistemi), 2002 yılında IZEF (Türkiye'nin ilk sanal herbariyumu) gibi veri tabanı oluşturularak verilerin sanal ortama aktarılması yönünde çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir (Öztürk ve Ege, 2014). Sanal herbariumlarımızın sayısı gün geçtikçe artmaktadır.

Yaklaşık 25 000 bitki örneği bulunan Süleyman Demirel Üniversitesi Herbariyumu Türkiye'nin hemen her yerinden gelen kıymetli bitki örneklerinin bulunduğu herbariumlardan biridir. Genel amaçlı ve yöresel bir herbarium olup, temelleri 1994 yılında birinci yazar tarafından atılmıştır. Hem sanal hem de fiziki ortamda hizmet vermektedir Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesi florası üzerine VANF'den sonra en çok örnek taşıyan herbarium olduğu tahmin edilmektedir. Göller Yöresi florası üzerine ise en zengin herbariumdur. Tıbbi ve aromatik bitki örnekleri ağırlıktadır. Herbariumun güller diyarı Isparta'da yer alması ve en çok örneğin *Rosa* cinsine ait (yaklaşık 4 000 örnek) olması sebebiyle 2009 yılında *Index Herbariorum*'dan uluslararası 'GUL' kodunu alarak bilim dünyasına kazandırılmıştır. En fazla örnek ve takson Ranunculaceae, Caryophyllaceae, Rosaceae, Apiaceae, Asteraceae ve Labiatae familyalarına aittir (Korkmaztürk, 2011; Anonim, 2019). Apiaceae familyası takson zenginliği açısından herbariumda 4. sıradadır. En fazla bitki örneği sayısı önem sırasına göre; *Rosa* L., *Silene* L., *Ranunculus* L., *Gypsophila* L. ve *Cousinia* Cass. cinslerine aittir. GUL Herbariyumu'nun kendine özgü çalışma şartları bulunmaktadır: Bitkiler; Karayosunu, Eğrelti, Açık Tohumlu, İki Çenekli, Tek Çenekliler sırasıyla dizilmiştir. Bu gruplar içinde örnekler familya sırasında alfabetik, ancak familya altı gruplarda 'Flora of Turkey' adlı esere (Davis, 1965-1988)' e göre dizilmiştir. Bitkilerin herbarium numarası da bu eserdeki familya, cins, tür numaralarından sonra ve kaydedilme sırasına göre 1'den başlanarak verilmiştir. Mesela, 63/42/1-1: 63. familya olan Apiaceae (Umbelliferae)'nin 42. cinsi olan *Prangos*'un 1. türü olan *P. pabularia*'nın herbariyuma kaydedilen ilk örneğini ifade etmektedir. Dolaplara yerleştirme de aynı şekilde familya, cins ve tür sıra no.su ile yapılmaktadır. 30 x 45 cm ebatında 350-500 g/m²lik kroma kartonlara bitkiler sıcak silikonla yapıştırıldıktan sonra sol alt köşeye yaklaşık 2 x 8 cm ebatında, geçici küçük bir etiket konulur. Kartonun sağ alt köşesine ise esas etiket konulur. Bu etikette ilgili örneğe ait tüm künye verilmektedir. Değerli örnek, kilitli şeffaf plastik poşetlere konulup içerisine bir miktar naftalin eklenerek kapatılıp dolabına yerleştirilmektedir. Sanal herbariumda Türkiye bitkilerini, doğasını ve ekosistemini anlatan şiirler ve yapılan çalışmalar da yayımlanmaktadır. 15 civarında tohumlu bitkilerden tip örnek bulunmaktadır.

Apiaceae Lindl. (Maydanozgiller, Kerevizgiller) familyası ismini *Apium* L./kerevizden almıştır. Apiaceae familyası dünyada 500' e yakın cins ve 3 100 kadar tür ile temsil edilir. Dünyanın hemen her yerinde rastlanılan bu familya üyelerinden insanlar pek çok alanda yararlanmaktadır. *Petroselinum crispum* (Mill.) A.W. Hill. (maydanoz), *Daucus carota* L. (havuç), *Apium graveolens* L. (kereviz), *Pastinaca sativa* L. (yabani havuç), *Foeniculum vulgare* Mill. (rezene), *Anethum graveolens* L. (dereotu), *Coriandrum sativum* L. (kişniş) ve *Carum carvi* L. (kimyon) gibi türleri sebze, şifalı bitki ve baharat olarak kullanılmaktadır. *Conium maculatum* L. (baldıran) ve *Aethusa cynapium* L. (köpek maydanozu) gibi pek çok zehirli tür bulunurken, *Eryngium maritimum* L. (deniz boğadikeni) ise afrodisyak ve iştah açıcı özellikleriyle bilinen, korumaya alınmış tıbbi bir bitkidir (Güner, 2006; Akçoşkun, 2010). Bu türler içinde özellikle anason (*Pimpinella anisum* L.), kimyon (*Cuminum cyminum* L.), firenk/karaman kimyonu (*Carum carvi* L.) kişniş (*Coriandrum sativum* L.), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ve dereotu (*Anethum graveolens* L.) tıbbi ve aromatik, deve dikenini (*Eryngium foetidum*), sov (*Heraclium persicum* Desf., *H. crenatifolium* Boiss.) aromatik bitkiler kategorisinde olup sahip oldukları uçucu yağ oranları ve baharat kaynakları olmalarından dolayı, tarımsal ve ekonomik olarak oldukça önemlidirler. Taşıdıkları uçucu yağ, müsilaj, zambak veya müsilaj

karişimleri nedeniyle kendilerine has kokuları vardır. Bu özellikleri nedeniyle, farklı yöntemlerle elde edilen esansları, özellikle hoş kokulu olanları, kozmetik ve parfüm sanayinde kullanılır (Başer, 2010; Türkmen, 2015). Doğu Anadolu'daki taksonları önemli ölçüde gıda, gıda katkı maddesi ve hayvan yemi olarak, bazıları da çeşitli işlemlerden geçirilerek tıbbi amaçlı olarak insan ve hayvan hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Öztürk ve Özçelik, 1991; Özçelik, 1989; 1994; Özçelik ve ark., 2016). *Prangos* Lindl. ve *Ferula* L. türleri Doğu Anadolu'da afrodizyak olarak bilinir ve sürüyü çoğaltmak için hayvanlara yedirilir. *Pastinaca sativa* var. *urens* ise bitkide koku pek hoş olmamakla birlikte damıtma usulüyle elde edilen uçucu yağı çok hoş kokuludur ve zamanla kozmetikte aranan bir koku olabilir.

Türkiye bitkilerinin önemli bir kısmını oluşturan Apiaceae familyasının gen merkezi Akdeniz bölgesi olarak bilinir. Türkiye'de son yıllarda yerli botanikçiler tarafından yazılmaya çalışılan 'Resimli Türkiye Florası' isimli bir külliyat vardır. Bu eserin yazılmasında en önemli hizmeti herbaryumlar vermektedir. Bu nedenle GUL Herbariyumu'nda bulunan Apiaceae familyası örnekleri gözden geçirilip yeniden adlandırılmış ve bu makalede sunulmuştur. Konuya ilgi duyanlara bir katkı sağlaması amaçlanmaktadır. İkinci yazar tarafından hazırlanan ve S. Demirel Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından 02.09.2019 tarihinde kabul edilen 'GUL Herbariyumu'ndaki Apiaceae taksonlarının tanıtımı ve ekonomiye kazandırılması olanaklarının araştırılması' başlıklı Yüksek Lisans tezinin herbaryum çalışmalarına ait kısmı bu makalede yer almaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın materyalini GUL Herbariyumu'nda bulunan 54 cins'e ait 128 tür, 19 alttür ve 6 varyete olmak üzere toplam 135 taksona ait 626 bitki örneği oluşturmaktadır. Bu örnekler 'Flora of Turkey and the East Aegean Islands' (Davis, 1972; 1988) adlı eser başta olmak üzere sistematik kaynaklardan (Güner, 2012; Brummit, 1992; Torlak ve ark., 2010; Güner ve ark., 2000) teşhis edilmiştir. Takson kayıt bilgileri, lokalite (coğrafi kare, il; ilçe, mevki), habitat, rakım, toplama tarihi, herbaryum numarası (toplayıcı kayıt numarası) sırasıyla belirtilerek; Flora of Turkey'deki (Davis, 1972, 1988) familya, cins ve tür numarası esas alınarak ve sonuna geliş kayıt sırasına göre tarafımızdan verilen numara eklenerek herbaryum demirbaş kaydı oluşturulmuştur.

Veritabanı oluşturulurken S. Demirel Üniversitesi'nin veritabanının kullandığı taslak üzerine Macromedia Dreamweaver 8 programı ile veriler eklenmiş ve CuteFTP 8 Professional programı ile Süleyman Demirel Üniversitesi'nin internet sitesine bağlı <http://fef.sdu.edu.tr/biyoloji/gulherbariyumu/> linki üzerinden sisteme yükleme işlemi gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2019; Özdeniz ve Kurt, 2011). Çalışmalar sırasında bitki örneklerinin yıpranmış olan kartonları, etiketleri yenilenmiş, örnekler teşhis ve tanımlamalara uygun olarak sıraya dizilmiştir. Materyal olarak kullanılmış olan tüm bitki örneklerinin çalışma esnasında zarar görmemesine dikkat edilerek incelenmiş, fotoğrafları çekildikten sonra taksonlar listelenip veritabanı oluşturulmuş ve herbaryumda Flora of Turkey and the East Aegean Islands'a (Davis, 1972; 1988) göre sınıflandırılıp raflarına yerleştirilmiştir. Endemik taksonların belirlenmesi ve tehlike kategorileri Flora of Turkey'den (Davis, 1972; 1988 ve Torlak vd., 2010; Ekim vd., 2000); coğrafi yayılışları ve yeni kare kayıtları ilgili önemli eserlerden (Davis, 1972; 1988 ve Torlak ve ark., 2010; Kutluk ve Aytuğ, 2004; Çolak ve Donner, 2007)'e göre; taksonlar ve otörleri ise Davis, 1972; 1988 ve Torlak vd., 2010; Güner, 2012'den yararlanarak yazılmıştır.

Metinde sık geçen kelimeler ve isimler kısaltılmıştır. Cins isimleri tekrar eden yerlerde baş harfi ile kısaltılmıştır. Bir taksonun arazi kayıtları verilirken lokalitelerde tekrarlardan kaçınılmıştır. Sadece lokaliteden yapılan toplamalarda sadece farklı bilgilere yer verilmiştir.

Araştırmacılar: C.Yarar: Prof.Dr. Celal Yarı, Marmara Üniversitesi, İ.Uysal: Prof.Dr. İsmet Uysal; Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Korkmaztürk: Uzman Biyolog Mahmut Korkmaztürk, MK: Doç.Dr. Mustafa Korkmaz, Erzincan Üniversitesi, Özçelik: Prof.Dr. Hasan Özçelik, Süleyman Demirel Üniversitesi, ŞÖ: Yrd. Doç.Dr. Şükrü Öztürk, Celal Bayar Üniversitesi.

Diğer kısaltmalar: *: Coğrafi kare için yeni kayıt olduğunu ifade eder. Avr.-Sib. el.: Avrupa-Sibirya elementi. İr.-Tur. el.: İnan-Turan elementi, Akd. el.: Akdeniz elementi.

A: Aşağı, B.: Büyük, Ç: Çiçeklenme ayı/ayları, cf: karşılaştır, teşhis şüpheli, GUL: Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Herbariyumu (uluslararası koduyla GUL), m: metre, B: Büyük, D: Doğu, K.: Küçük, M.P.: Milli Park, T.P.: Tabiat Parkı. T.Y./Y:

Türkiye'de yayılış alanı (Davis, 1965'teki kareleme sistemine göre). +: Yeni kare kaydı var, -: Yeni kare kaydı yok.

3. Bulgular

3.1. Türkiye'de Apiaceae Lindl. familyasının genel özellikleri ve önemli yayılış alanları

Türkiye'de genellikle tek yıllık veya çok yıllık otsudur. Yaprakları; genellikle pinnat, ternat şekilde bileşik (nadiren basit, palmat vb.), alternat dizilişli, yaprak sapı tabanda genişlemiş (okrea); stipülleri de bazen kulakçıklıdır. Çiçeklenme durumu; genellikle involukrum brakteleriyle çevrili bileşik şemsiye, bazen kapitulum ya da basit umbella veya tek bir çiçeğe indirgenmiş, nadiren dikazyumdur. Çiçekleri; küçük, iki eşeyli, aktinomorf simetrik, epigindir. Periant halkalı ve diklemideik veya kaliksin dökülmesiyle tek halkalı/serilidir. Kaliks; aposepal (ayrık) ve 5 loblu, indirgenmiş ya da yok; Korolla; apopetal ve 5 petalli (nadiren yok), petaller valvat. Stamenler; 5, dairesel, petallerin karşısında ve ayrık. Ginekeum; sinkarp, ovaryum alt durumlu, 2 karpelli ve 2 gözlü (nadiren 0), genellikle stilus tabanı stilopodyumludur. Plasantalanma; apikal-eksensel, ovüller anatrop, pendulos (sarkık), tek bölmeli ve her karpelde bir tanedir. Meyva; bölmeler üzerindeki karpoforlar tarafından desteklenen 2 merikapın oluştuğu bir şizokarptır. Tohumlar; endospermlili ve endospermi yağlıdır. Bazı üyelerinde ise anormal sekonder kalınlaşma görülür. Ayırt edici özellikleri: Otsu, yaprakların genellikle bileşik, tabanda okrealı, çiçeklerinin genellikle beyaz oluşu, çiçek durumunun genellikle involukrumlu, bileşik şemsiye, çiçeklerin aktinomorf simetrik, 2 karpelli ve 2 bölmeli; ovaryumun alt durumlu; ovüllerin her bir karpelde bir tane ve meyvenin merikarplardan oluşan bir şizokarp olmasıyla ve kokulu olmasıyla diğer familyalardan ayırt edilir. Genel çiçek formülü $K_{5[0]} C_{5[0]} A_5 G_{(2)}$, ovaryum alt durumlu, çiçek aktinomorf simetrik.

Türkiye'de bazı alanlar bu familya üyelerinin yetişmesi, farklılaşması ve yayılması için uygun ortamlar sağlar. Bu alanların başında;

Antalya: Akseki-İbradı ormanları, Murtiçi-Derbent boğazı civarı,

Isparta-Burdur: Atabey; Kısık Boğazı, Keçiözü; Senir kasabası-Burdur Gölü, İnar, Karakent, Çukurören köyleri tarafı, Davras dağı üst kesimleri, Dedegül dağı, Aksu; Yaka deresi ve civarı; Uluborlu (Başköy, Özbahçe köyü civarı),

Erzincan: Keşiş dağı, Sakaltutan Geçidi civarı,

Van: Erek dağı, Van Doğusu dağları (özellikle Krepit Geçidi, Bahcesaray civarı), Başet dağı, Çadır dağı, Erciş; Aladağlar ve Zilan deresi civarı.

Ağrı: Tendürek dağı, Çakmak dağları, Ağrı dağı etekleri,

Bitlis: Nemrut dağı. Pelli dağı,

Ardahan: Yalnızçam dağı, Sahara MP. ve çevresi,

Erzurum: Dumlu dağları, Palandöken dağları.

Bu alanların ekolojik özelliklerine bakıldığında; ana kayalarının volkanik ve kireçtaşı ağırlıklı olduğu anlaşılır. Doğu Anadolu bölgesinin yüksek rakımlı oluşuyla soğuğa direnmek, Akdeniz bölgesinde ise düşük rakımlı olmasına rağmen sıcak ve kurak olması, kuraklığa karşı su kaybetme riskine karşı yağ sentezinin arttığı, bu nedenle alanda yayılıştaki avantaj kazandığı düşünülmektedir. Bu alanlardaki kayacın mineral yapısına bakıldığında kükürt ağırlıklı olduğu, volkanik arazi oluşu sebebiyle depremlerin çok olduğu alanlar olduğu görülür. Daha fazla yorum yapmak için bu konunun daha iyi çalışılması gerekir.

3.2. GUL Herbariyumu'ndaki Apiaceae (Umbelliferae) taksonlarının arazi kayıtları ve Türkiye'deki yayılış alanları:

Astrantia maxima Pallas subsp. *haradjianii* (Grintz.) Rech. fil.: C3 Isparta: Sütçüler ilçesi yakınları, orman içleri, 1000 m, 26.05.1996, GUL 63.3.1.2.1 (MK. 223); Yenişarbademli ilçesi-Yaka köyü arası, orman parkı civarı, 1500 m, 06.07.1995, GUL 63.3.1.2.2 (ŞÖ. 358); Aksu ilçesi, Yaka deresi kenarları, 1300 m, 28.07.1994, GUL 63.3.1.2.3 (ŞÖ. 673); Anamas dağı, 1500 m, 10.08.1994, GUL 63.3.1.2.4 (Özçelik 6723); Dedegül dağı, Pınargözü mevki, dere yatağı, 1540 m, 02.10.2014, GUL 63.3.1.2.5 (Özçelik 15025); GUL 63.3.1.2.6 (Özçelik 15086). Ç: 6-7. Endemik. Avr.-Sib. el. T.Y.: A2,A3,A4,A5,A6; B2,B3,B5,B6,B7; C3,C5,C6.

Actinolema macrolema Boiss.: C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Gelinyudan yakınları, 1000 m, 26.05.1996, GUL 63.4.1.1 (MK. 189); Çandır- Müezzinler köyleri arası, 900 m, 26.05.1996 (MK. 203). Ç: 5-6. Ir.-Tur. el. T.Y.: A4,A6; B2,B4,B5,B6,B7,B8; C3,C4,C6,C7,C8. *A. eryngioides* Fenzl: C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Sağrak köyü çıkışı, Yeniköy yol ayrımı, 1000 m, 19.05.1996, GUL 63.4.2.1(MK. 130). Ç: 5-6. Ir.-Tur. el. T.Y.: B7,B8; C3*,C6,C7,C8.

Eryngium thoriifolium Boiss.: C3 Isparta: Aksu ilçesi, yol kenarı, 12.03.1995, GUL 63.5.2.1(ŞÖ. 286); Sütçüler ilçesi, Çobanisa yaylası, 1400-1700 m, 16.07.1996, GUL 63.5.2.2 (MK. 415); Eğirdir ilçesi, Kovada gölü civarı, 250 m, 15.07.2000, GUL 63.5.2.3 (Özçelik 8931); Şarkikaraağaç ilçesi, Kızıldağ Milli Parkı, dağ etekleri, 1316 m, 08.10.2014, GUL 63.5.2.4 (Özçelik 15360). Ç: 7. Serpantin kayalar tercih eder. Akd. el. T.Y.: C2,C3. *E. falcatum* Delar: C3 Antalya: Akseki ilçesi, Erenyaka köyü, 1500 m, 29.08.1994, GUL 63.5.6.1(Özçelik 6904); Isparta-Antalya karayolu 30. km, 400 m, 09.10.2014, GUL 63.5.6.2 (Özçelik 14998); Uluborlu ilçesi, Kapıdağ, 975 m, 09.10.2014, GUL 63.5.6.3 (Özçelik 15231); Sütçüler ilçesi, Çandır köyü, 327 m, 09.10.2014, GUL 63.5.6.4 (Özçelik 15336). Ç: 7-9. Akd. el. T.Y.: C3,C5,C6. *E. creticum* Lam.: C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Çandır, A. Gökdere köyü, 342 m, 08.10.2014, GUL 63.5.9.1 (Özçelik 14991); 63.5.9.3 (Özçelik 15214); Isparta-Antalya karayolu 30. km, 416 m, 08.10.2014, GUL 63.5.9.2 (Özçelik 15165); Sütçüler ilçesi, Çandır köyü, 273 m, 08.10.2014, GUL 63.5.9.4 (Özçelik 15217). Ç: 7-8(-9). Akd. el. T.Y.: A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7; B1; C2,C3,C5,C7,C8,C9. *E. palmato* Boiss. & Heldr.: C3 Isparta: Aksu ilçesi, Yaka deresi güney kesimi, 1400-1500 m, 28.09.1995, GUL 63.5.12.1, (ŞÖ. 718). Sadece C3 karesinde Eğirdir ve Kovada Gölü'nün mikroklimatik etkisinde kalan bir alanda yetişir. Ç: 8. Lokal Endemik. Akd. el. Y.: C3. *E. bourgatii* Gouan subsp. *heldreichii* (Boiss.) P.H. Davis: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Çam dağı (Barla dağı), 1500 m, 17.07.1994, GUL 63.5.16.1.1 (Özçelik 6798); Dedegül dağı, 2400-2800 m, GUL 63.5.16.1.2 (Özçelik 7139). Dar yayıllı bir takson olup Güney Anadolu'da C2, C3 ve C4'te yayılış göstermektedir. Ç: 7-8. D. Akd. dağ el. T.Y.: C2,C3,C4. Sadece Göller Yöresi'nde yayılış gösterir. *E. billardierei* F.Delaroche: C3 Isparta: Şarkikaraağaç ilçe merkezi, tarla kenarları, 948 m, 08.10.2014, GUL 63.5.17.1 (Özçelik 14917); 1128 m, GUL 63.5.17.2, (Özçelik 14925); Yenişarbademli ilçesi, Keykubat Türbesi civarı, 1148 m, 08.10.2014, GUL 63.5.17.2 (Özçelik 15153). Ç: 7-8. T.Y.: A7, A9, B7; B8, B9; C3*, C6, C9. *E. campestre* L. var. *virens* Link: B9 Van: Van Kalesi civarı, antropojenik step, 1700 m, 01.07.1985, GUL 63.5.19.2.1 (Özçelik 119), Ç: 5-6. T.Y.: A1,A2,A3,A5, A7; B1,B2, B3, B4, B5, B7,B8,B9*; C3,C4, C5,C6,C7,C8.

Lagoecia cuminoides L.: C3 Isparta: Yenişarbademli ilçesi, Pınargözü mevki, 1540 m, 13.10.2014, GUL 63.6.1.1 (Özçelik 15270); Sütçüler ilçesi, Çandır köyü, 583 m, 13.10.2014, GUL 63.6.1.2 (Özçelik 15081). Ç: 4-6. Akd. el. T.Y.: A1,A2; B1; C1,C2,C3*,C5,C6,C7,C8,C9. Batı ve Güney Anadolu'da yayılış gösterir.

Echinophora tournefortii Jaub. & Spach.: C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Gelinyudan yakınları, 1000 m, 26.05.1996, GUL 63.7.2.1 (MK.186); Sütçüler ilçesi, Sigırlık köyü çıkışı, 1050 m, 26.05.1996, GUL 63.7.2.2 (MK. 239); Sarıççek Yaylası, 1500-1800 m, 16.07.1996, GUL 63.7.2.3 (MK. 394); Burdur: Tefenni ilçesi, Rahat dağı, 1400 m, 08.10.2014, GUL 63.7.2.4 (Özçelik 15195); Yeşilova ilçesi, Salda Gölü civarı, 1149 m, 08.10.2014, GUL 63.7.2.5(Özçelik 15208). Ç: 7-9. Ir.-Tur. el. T.Y.: A4; B3,B4; C2,C3*,C4. *E. orientalis* Hedge & Lamond: B9 Van: Merkez ilçe, Tarım Meslek Lisesi civarı, 1700 m, 20.09.1986, GUL 63.7.3.1 (Özçelik 91); GUL 63.7.3.2, (Özçelik 1240); GUL 63.7.3.3, (Özçelik 2595); C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, ormanlık alanlar, 857 m, 07.10.2014, GUL 63.7.3.4 (Özçelik 15065); orman içleri, 914 m, 08.10.2014, GUL 63.7.3.5(Özçelik 15206). Ç: 7-9. Ir.-Tur. el. T.Y.: A9, B9, C3* *E. trichophylla* J.E. Smith: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, batı kesimler, 931 m, 08.10.2014, GUL 63.7.4.1 (Özçelik 15296); Gelendost ilçesi, Göl kenarı, 983 m, 08.10.2014, GUL 63.7.4.2 (Özçelik 15297). Ç: 6-7. Endemik. Akd. el. T.Y.: A3; B1; C3* *E. tenuifolia* L.: C3 Isparta: Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, 1540 m., 08.10.2014, GUL 63.7.5.2 (Özçelik 15212); Burdur: Tefenni ilçesi, Rahat dağı güney yamaçları, 1750 m, 08.10.2014, GUL 63.7.5.1 (Özçelik 15203). Tür seviyesinde teşhis edilebilmiştir. *E. tenuifolia* L. subsp. *sibthorpiana* (Guss.) Tutin: C3 Isparta: Şarkikaraağaç ilçesi, yol kenarları, 948 m, 08.10.2014, GUL 63.7.5.1.1 (Özçelik 14918). Ç: 8-9. T.Y.: A1,A2,A3,A4,A5,A6; B5,B8,B9; C1,C3*, C4,C6. Cinsin Türkiye genelinde dağılışı olmakla birlikte Doğu Anadolu ve Göller yöresinde ağırlıktadır. Bozkır, Hadim, Taşkent, Ermenek arasında cinsin bazı türlerinin popülasyonlarının iyi geliştiği dikkati çeker. Mikroklima bu dağılışa etkilidir.

Myrrhoides nodosa (L.) Cannon: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Prostanna antik kenti mevki, 1246 m, 13.10.2014, GUL 63.8.1.2, (Özçelik 15044); Aksu ilçesi, Sofular köyü, 1265 m, 13.10.2014, GUL 63.8.1.3 (Özçelik 15224). C3 Burdur: Bucak ilçesi, kayalık alanlar, 795 m, 13.10.2014, GUL 63.8.1.1 (Özçelik 15041). Ç: 5-6. T.Y.: A1,A2,A4, A8; B1,B7,B8; C1,C2,C3*,C4,C5,C6,C8.

Chaerophyllum byzantinum Boiss.: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Barla, Çam dağı, 1538 m, 06.10.2014, GUL 63.10.1.1 (Özçelik 14907); GUL 63.10.1.2 (Özçelik 15056); Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, Pınargözü mevki, 1476 m, 06.10.2014, GUL 63.10.1.3 (Özçelik 15089); Yenişarbademli ilçesi, orman ve yamaç alanlar, 1535 m, 06.10.2014, GUL 63.10.1.4 (Özçelik 15354); 1476 m, 06.10.2014, GUL 63.10.1.5 (Özçelik 15441). Ç: 5-7(-9). T.Y.: A1,A2,A3,A4,A6; B1, C3*. *C. aureum* L.: C3 Isparta: Yenişarbademli ilçesi, Pınargözü mevki, 1400 m, 06.10.2014, GUL 63.10.6.1 (Özçelik 15351); Sütçüler ilçesi, Çandır köyü, 1420 m, 06.10.2014, GUL 63.10.6.2 (Özçelik 15442). Ç: 6-8. T.Y.: A1,A4,A5,A6,A7,A8,A9; B7; C3*. *C. bulbosum* L.: B9 Van: Van Kalesi, nemli yerler, 1720 m, 12.05.1987, GUL 63.10.7.1 (Özçelik 1943). Ç: 6-7. T.Y.: A1,A3,A8,A9; B8,B9*. *C. crinitum* Boiss.: B9 Van: Van Kalesi, çayırıklar, 1730 m, 01.07.1985, GUL 63.10.10.1 (Özçelik 74); Ereğ dağı, step alanları, 2300 m, 14.06.1986, GUL 63.10.10.2, GUL (Özçelik 228); Van Kalesi, çayırık, 1730 m, 12.06.1985, GUL (Özçelik 2330). Ç: 5-6. T.Y.: A9; B6,B7,B8,B9*; C5,C9,C10. *C. leucolaenum* Boiss.: C3 Isparta: Çandır'dan Sütçüler'e 15 km kala, 1400 m, 01.09.1996, GUL 63.10.12.1 (Özçelik 7605); Eğirdir ilçesi, Barla dağı, 1750-2000 m, 02.09.1996, GUL 63.10.12.2 (Özçelik 7655). Ç: 8. Endemik. T.Y.: B8; C3*,C9.

Grammosciadium pterocarpum Boiss.: B9 Van: Ereğ dağı, vadi içleri, 2300-2800 m, 14.06.1986, GUL 63.11.5.1 (Özçelik 187); GUL 63.1.5.3, (Özçelik 1906); Ereğ dağı, batı yamaçları, 2800 m, 19.07.1986, GUL 63.11.5.2 (Özçelik 910). Ç: 6-7. Ir.-Tur. el. T.Y.: A7,A8,A9; B5,B7,B8,B9*; C5,C6.

Anthriscus nemorosa (Bieb.) Sprengel: B8 Erzurum: Horasan- Kars yolu, 2200 m, 23.07.1993, GUL 63.12.1.2 (Özçelik 6222). B8 Bayburt: Aşkale-Bayburt arası, Kop köyü üzeri, 2300 m, 23.07.1993 (Özçelik 6238). B9 Van: Van Kalesi yakınları, nemli yerler, 1720 m, GUL 63.12.1.1 (Özçelik 20). C3 Isparta: Merkez ilçe, Dere mahallesi, 1018 m, 01.10.2014, GUL 63.12.1.4 (Özçelik 15043); Eğirdir ilçesi, Barla Çam dağı, 1450 m, 01.10.2014, GUL 63.12.1.5 (Özçelik 15060); Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, 1426 m, 01.10.2014, GUL 63.12.1.6 (Özçelik 15090). C3 Burdur: Merkez ilçe, gölgeli ve nemli alanlar, 1070 m, 06.07.2015, GUL 63.12.1.7 (Özçelik 15421). Ç: 4-8. T.Y.: A2,A3,A4,A5,A7,A9; B1,B2,B4,B5,B7,B8*, C2,C3*,C4,C5,C6,C9,C10. Yüksek rakımlı nemli alanlarda yayılış gösterir. *A. sylvestris* (L.) Hoffm.: B9 Van: Van Kalesi yakınları, çayırık alanlar, 1720 m, 01.07.1985, GUL 63.12.2.1 (Özçelik 74). Ç: 7-9. T.Y.: A9; B9* *A. lamprocarpa* Boiss.: C3 Isparta: Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı kuzey yamaçları, 1507 m, 01.10.2014, GUL 63.12.3.1 (Özçelik 15033); Yenişarbademli ilçesi, Pınargözü'ne 3 km kala, 1632 m, 01.10.2014, GUL 63.12.3.2 (Özçelik 15084); Merkez ilçe, dere yatakları, 1070 m, 01.10.2014, GUL 63.12.3.3 (Özçelik 15251). Ç: 3-5. T.Y.: C3*,C5,C6. *A. cerefolium* (L.) Hoffm.: C3 Isparta: Merkez ilçe, Dere mahallesi, 1243 m, 01.10.2014, GUL 63.12.4.1(Özçelik 14901); Dere mahallesi- Ağlasun yolu, 1018 m, 01.10.2014, GUL 63.12.4.2 (Özçelik 14934); Eğirdir ilçesi, Prostanna Antik kenti yakınları, 1100 m, 01.10.2014, GUL 63.12.4.3 (Özçelik 15046); Aksu ilçesi, orman altı alanlar, 1100 m, 01.10.2014, GUL 63.12.4.4 (Özçelik 15221); Uluborlu ilçesi, orman altı alanları, 1053 m, 01.10.2014, GUL 63.12.4.5 (Özçelik 15222). C3 Burdur: Bucak ilçesi, Antalya yolu 10 km, 1222 m, 01.10.2014, GUL 63.12.4.6 (Özçelik 15286). Ç: 5-6. T.Y.: A1,A2,A4,A5,A6; C3*,C8,C9. *A. caucalis* Bieb.: C3 Isparta: Aksu ilçesi, Sofular köyü, 1350 m, 01.10.2014, GUL 63.12.5.1 (Özçelik 15123). Ç: 5-6. T.Y.: A1,A2,A3,A5; B3,C3*, C5,C6.

Scandix stellata Banks & Sol.: C3 Isparta: Uluborlu ilçesi, Başköy civarı, 1239 m, 06.10.2014, GUL 63.13.1.1 (Özçelik 15260); Isparta-Antalya karayolu, 800 m, 06.10.2014, GUL 63.13.1.2 (Özçelik 15407). Ç: 4-6. T.Y.: A1,A5,A7,A9; B2,B3,B4,B5,B7,B8; C3*,C4,C5,C6. *S. iberica* Bieb.: B9 Van: Ereğ dağı, doğu yamacı, 2500 m, 31.05.1986, GUL 63.13.3.3 (Özçelik 730); Kevenli köyü civarı, 1800 m, 01.07.1986, GUL 63.13.3.4 (Özçelik 1319). C3 Isparta: Atabey ilçesi, tarla kenarları, 995 m, 15.10.2014, GUL 63.13.3.8 (Özçelik

15170). C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, Alan köyü civarı, 1048 m, 06.10.2014, GUL 63.13.3.5 (Özçelik 14947); GUL 63.13.3.6 (Özçelik 14948); Tefenni ilçe merkezi, tarla kenarları, 1002 m, 06.10.2014, GUL 63.13.3.9 (Özçelik 15183); Yeşilova ilçesi, Saldı Gölü civarı, 1165 m, 06.10.2014, GUL 63.13.3.10 (Özçelik 15403). Ç: 4-7. T.Y.: A2,A4,A5,A7,A8,A9; B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9*; C3*,C4,C5,C6,C7,C8. *S. pecten-veneris* L.: A1 Çanakkale: Eceabat ilçesi, 12.05.1996, GUL 63.13.4.4 (İ Uysal 1126, 999). B9 Van: Ereğ dağı, step ve tarla kenarları, 1800 m, GUL 63.13.4.3.3 (Özçelik 585). C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Çandır, 900 m, 07.04.1996, GUL 63.13.4.1 (MK.3). Ç: 3-6. T.Y.: A1*, A2,A4,A6,A7,A8,A9; B1,B2,B4,B5,B9*; C2,C3*,C5,C6. *S. australis* L. subsp. *grandiflora* (L.) Thell.: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, 15. km, 797 m, 06.10.2014, GUL 63.13.7.2.4 (Özçelik 15288); Merkez ilçe, Sav kasabası, 920 m, 06.10.2014, GUL 63.13.7.2.5 (Özçelik 15268). C3 Burdur: Bucak ilçesi, yamaç alanlar, 797 m, 06.10.2014, GUL 63.13.7.2.2 (Özçelik 15080); Yeşilova ilçesi, Akçaköy, 1144 m, 06.10.2014, GUL 63.13.7.2.3 (Özçelik 15220). Ç: 3-6. T.Y.: A1,A2; B1,B3,B4,B5; C2,C3*,C4,C5,C7. *S. turgida* (Boiss. & Bal.) Boiss.: C3 Isparta: Merkez ilçe, Ayazmana mesireliği civarı, 1165 m, 06.10.2014, GUL 63.13.8.2 (Özçelik 15104); Aksu ilçesi, Koçular köyü civarı, 1300 m., 28.03.1994, GUL 63.13.8.1 (Ş.Ö: 30); Ç: 4-5. T.Y.: C3*,C4. Yayılışı sadece Mersinden bilinmekteydi. Nadir bir türdür.

Coriandrum sativum L.: C3 Isparta: Şarkikarağaç ilçe merkezi, tarla kenarları, 1128 m, 06.10.2014, GUL 63.14.1.3, (Özçelik 14920). C3 Burdur: Tefenni ilçesi, Karamanlı çıkışı tarla kenarları, 1135 m, 06.10.2014, GUL 63.14.1.4 (Özçelik 15009); 1108 m, 06.10.2014, GUL 63.14.1.10 (Özçelik 15304); Karamanlı yol ayrımı, 810 m, 06.10.2014, GUL 63.14.1.6 (Özçelik 15135); 06.10.2014, GUL 63.14.1.9, (15302); tarla kenarları, 1108 m, 06.10.2014, GUL 63.14.1.5 (Özçelik 15011); Tefenni ilçesi, Karamanlı-Fethiye yol ayrımı, 1108 m, 06.10.2014, GUL 63.14.1.7 (Özçelik 15136); Doğan Baba Yaylası, tarla kenarları, 1416 m, 06.10.2014, GUL 63.14.1.8 (Özçelik 15194). B9 Van: Van Kalesi civarı, nemli yerler, 1700 m, 10.5.1986, GUL 63.14.1.1 (104), 1720 m, 2.5.1987, GUL 63.14.1.2 (Özçelik 1963). Ç: 5-6. Ir.-Tur. el. T.Y.: A1,A2; B4,B9*; C3,C6,C7,C9. *C. tardylium* (Fenzl) Bormm.: C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, Orhanlı köyü, 1140 m, 06.10.2014, GUL 63.14.2.1 (Özçelik 14950); GUL 63.14.2.3, (15410); Sultanpınarı mevki, 1179 m, 06.10.2014, GUL 63.14.2.2 (Özçelik 14957). Ç: 6. T.Y.: B4,B7,B8; C3*,C6,C7,C8.

Bifora radians M.Bieb.: C3 Isparta: Şarkikarağaç ilçesi, yol kenarları, 1128 m, 02.10.2014, GUL 63.16.2.1 (Özçelik 14919); Keçiborlu ilçesi, Aydoğmuş köyü, 1020 m, 02.10.2014, GUL 63.16.2.4 (Özçelik 15223); Isparta ilçe, yol kenarları, 945 m, 02.10.2014, GUL 63.16.2.5 (Özçelik 15282). C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, Doğanbaba yaylası, 1416 m, 02.10.2014, GUL 63.16.2.2 (Özçelik 14951); Çamlık kasabası, yol kenarları, 657 m, 02.10.2014, GUL 63.16.2.3 (Özçelik 15105). Ç: 4-8. T.Y.: A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9; B2,B3,B4,B7,B9; C3*,C4,C5. Türkiye'de yaygın bir türdür. Bazı tiplerinin çok keskin ve bıkırtıcı bir aroması vardır. Göller Yöresi'nde özellikle Yalvaç ve Tefenni civarında ekin tarlası kenarlarında bol yayılış gösterir.

Smyrniolum olusatrum L.: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Barla dağı, 1789 m, 13.10.2014, GUL 63.18.1.1 (Özçelik 15061). Ç: 3-5. T.Y.: A1,A2,A7; B2,B3*,B5. *S. connatum* Boiss. & Kotschy: C3 Isparta: Eğirdir ilçe merkezi, tepelik alanlar, 946 m, 13.10.2014, GUL 63.18.5.4 (Özçelik 15144). C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, Burdur'dan 20 km, 914 m, 13.10.2014, GUL 63.18.5.1 (Özçelik 14910); Çavdır ilçesi, Rahat dağı, 1800 m, 13.10.2014, GUL 63.18.5.2 (Özçelik 15204); Yeşilova ilçesi, nemli ve gölgeli alanlar, 914 m, 13.10.2014, GUL 63.18.5.3 (Özçelik 15063). Ç: 3-6. Akd. el. T.Y.: C2,C3*,C4,C6.

Bunium paucifolium DC. var. *paucifolium*: B9 Van: Van kalesi civarları, tarla kenarları, 1700 m, 12.06.1991, GUL 63.20.1.3.1 (Özçelik 112); 11.05.1986, GUL 63.20.1.3.2 (Özçelik 1699). C3 Isparta: Merkez ilçe, Gökçay mesirelik alan üstleri, 1280 m, 03.10.2014, GUL 63.20.1.3.3 (Özçelik 15267). Ç: 6-7. Ir.-Tur. el. T.Y.: A7,A9; B6,B7,B8,B9; C3*,C5,C7,C8,C9. *B. microcarpum* (Boiss.) Freyn subsp. *microcarpum*: C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Sığırlık köyü, 1100 m, 07.05.1996, GUL 63.20.4.3.1 (MK. 69); GUL 63.20.4.3.2 (MK. 237); GUL 63.20.4.3.3 (MK. 715). Ç: 5-7. T.Y.: B6; C2,C3*,C4,C5,C6,C8. *B. microcarpum* (Boiss.) Freyn & Bormm. ex Freyn subsp. *bourgaei* (Boiss.) Hedge & Lamond: B8 Erzurum: Dumlu dağları, step alanlar, 1800 m, 22.07.1993, GUL 63.20.4.2.1 (Özçelik 6191). Ç: 6-7. T.Y.: A3,A4,A5,A7,A8,A9; B7,B8*,Ir.-Tur. el. ? *B. ferulaceum* Sibth. & Sm.: C3 Burdur: Ağlasun ilçesi, Köroğlu beli, 1008 m, 03.10.2014, GUL 63.20.5.1 (Özçelik 14939). Ç: 5-6. Akd. el. T.Y.: A2; B1,B2; C2,C3*,C4,C5,C6. *B. pestalozzae* Boiss.: C3 Isparta: Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağının üst kısımları, 2400- 2800 m, 18.07.1993, GUL 63.20.6.2 (Özçelik 7106). Ç: 6-7. D.Akd. el. T.Y.: C2,C3*,C5.

Carum carvi L.: B9 Van: B. Ereğ dağı, batı yamaçları, 3100 m, 19.07.1986, GUL 63.21.1.1 (Özçelik 573); GUL 63.21.1.2 (Özçelik 987); Van Kalesi civarı, nemli yerler, 1720 m, 12.06.1987, GUL 63.21.1.3 (Özçelik 1961). Ç: 5-7. T.Y.: A7,A8,A9; B8,B9; C5. Yabani bir türdür. Ancak kimyona benzer bir aroması vardır.

Huetia cynapioides (Guss.) P.W.Ball subsp. *macrocarpa* (Boiss. & Spruner) P.W. Ball: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Barla, Çam dağı, 948 m, 06.10.2014, GUL 63.22.1.1 (Özçelik 15015). Ç: 4-5. T.Y.: B1; C2,C3.

Pimpinella anisum L.: C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, Orhanlı Köyü, 1140 m, 15.10.2014, GUL 63.26.5.1 (Özçelik 14949); Dereköy-Bayındır köyleri arası, 1013 m, 15.10.2014, GUL 63.26.5.2 (Özçelik 15066); Tefenni-Karamanlı ilçesi, yol ayrımı, 1108 m, 15.10.2014, GUL 63.26.5.3 (Özçelik 15209); 1400 m, 15.10.2014, GUL 63.26.5.4 (Özçelik 15301). Ç: 5-6. T.Y.: A2; C2,C3*,C8. Göller Yöresi'nde özellikle Burdur ilinde tarımı yapılmaktadır. *P. peregrina* L.: C3 Isparta: Eğirdir- Gelendost ilçeleri arası, 983 m, 15.10.2014, GUL 63.26.9.4 (Özçelik 15149); Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, 1186 m, 15.10.2014, GUL 63.26.9.5 (Özçelik 15164); Isparta-Antalya karayolu, Elsazi köyü civarı, 362 m, 15.10.2015, GUL 63.26.9.6 (Özçelik 15323); Eğirdir ilçesi, A.Gökdere köyü, 342 m, 15.10.2015, GUL 63.26.9.7 (Özçelik 15331). C3 Burdur: Bucak ilçesi, kurak tepelik alanlar, 990 m, 15.10.2014, GUL 63.26.9.2 (Özçelik 14911); Bucak ilçesi, kurak tepelik alanlar, 990 m, 63.26.9.3 (Özçelik 15036). Ç: 6-7. T.Y.: A2,A5,A7,A8; B1,B9; C3,C5,C9. *P. cappadocica* Boiss. & Bal. var. *cappadocica*: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Barla dağı, 2000 m, 02.09.1996, GUL 63.26.13.3.1 (Özçelik 7632). Endemik. Ir.-Tur. el. Ç: 6-8. Endemik. Ir.-Tur. el. T.Y.: A4,A5,A6; B4,B5,B6,B7,B8; C3*,C4,C5. Türün teşhisi mevcut anahtarlarla çok zordur. *P. cf. aromatica* M. Bieb. Van, Ereğ Dağı (Özçelik 314, ve Erciş Zilan deresi, Aladağlar civarı Özçelik 2582 GUL Herb.). Erzurum taraftan kaydı vardır. Teşhisi problemlidir. *P. oliveroides* ile karışır. *P. corymbosa* Boiss.: B8 Erzurum: Oltu-Dumlu ilçeleri arası, 1600 m, 08.08.1993, GUL 63.26.14.4 (Özçelik 6427). Ç: 5-8. T.Y.: A4,A7,A8; B7,B8,B9*; C4,C5,C6,C7. *P. oliveroides* Boiss. & Hausskn.: C3 Isparta: Sav kasabası, yol kenarları, 997 m, 15.10.2014, GUL 63.26.16.4 (Özçelik 15273). C3 Burdur: Bucak ilçesi, tepelik alanlar, 797 m, 15.10.2014, GUL 63.26.16.2 (Özçelik 15075); Bucak ilçesi, tepelik alanlar, 797 m, 15.10.2014, GUL 63.26.16.3 (Özçelik 15265). Ç: 6-7. T.Y.: A4; B4,B6; C3*,C5. *P. anthriscoides* Boiss. var. *anthriscoides*: C3 Isparta: Isparta-Antalya karayolu, yol kenarları, 464 m, 15.10.2015, GUL 63.26.22.1 (Özçelik 15349). Ç: 6-8. T.Y.: A7; B6,B7,B9; C3*,C6,C9. *P. peucedanifolia* Fischer ex Ledeb.: B9 Van: Ereğ dağı etekleri, kaya yüzeyi, 2600 m, 28.06.1986, GUL 63.26.23.1 (Özçelik 354); Ereğ dağı tepesinden vadiye kadar, 2400 m, 19.07.1986, GUL 63.26.23.2 (Özçelik 796); Ereğ dağı, çayırık alanlar, 2100 m, 12.06.1987, GUL 63.26.23.3 (Özçelik 1905). Ç: 6-8. Ir.-Tur el. T.Y.: A9; B7,B8,B9; C9.

Seseli gummiferum Pallas ex Smith subsp. *corymbosum* (Boiss. & Heldr.) Davis: C3 Isparta: Aksu ilçesi, Yaka Deresi, 1253 m, 16.10.2015, GUL 63.31.3.1.1 (Özçelik 15256); Eğirdir ilçesi, Kovada Gölü civarı, 1001 m, 16.10.2015, GUL 63.31.3.1.2 (Özçelik 15326-b); GUL 63.31.3.1.3 (Özçelik 15329). Ç: 7-9. Endemik. Akd. el. T.Y.: C3,C5. Bu tür, gözlemlerimize göre; sadece Isparta Aksu tarafında dere yakınındaki kireçtaşı kayalıklarında yetişmektedir. Çiçek açma zamanı geç olduğundan ergin tohum oluşturmamakta, bu yüzden endemik olmaktadır. Kuvvetli aromatiktir. *S. peucedanooides* (Bieb.) Koso-Pol.: C3 Isparta: Uluborlu ilçesi, kireçtaşı kayalıkları, 1185 m, 16.10.2014, GUL 63.31.5.1 (Özçelik 14985); Eğirdir ilçesi, Barla kasabası, Çam dağı yolu, 948 m, 16.10.2014, GUL 63.31.5.2 (Özçelik 15052); Eğirdir ilçesi, Barla ilçesi kireçtaşı kayalıkları, 1195 m, 16.10.2014, GUL 63.31.5.3 (Özçelik 15054); Aksu ilçesi, Çayır yaylası, 485 m, 16.10.2014, GUL 63.31.5.4 (Özçelik 15257). Ç: 6-8. Avr.- Sib. el. T.Y.: A2,A4,A5,A7,A9; B1,B2, B5,B6,B8,B9; C3*. Cinsin genel yayılışında Sultan dağları, Bozkır, Hadim, Ermenek, özellikle Taşkent dere yatakları ve çevresindeki kayalar önemli habitatlardır.

Oenanthe aquatica (L.) C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Prostanna antik kenti civarı, 1246 m, 06.10.2014, GUL 63.32.6.2 (Özçelik 15045). C3 Burdur: Tefenni ilçesi, sulak alanlar, 1119 m, 06.10.2014, GUL 63.32.6.1 (Özçelik 14969); Aksu ilçesi, sulak alanlar, 1187 m, 06.10.2014, GUL 63.32.6.3 (Özçelik 15047); Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, dere yatağı, 1175 m, 06.10.2014, GUL 63.32.6.4 (Özçelik 15094); GUL 63.32.6.5 (Özçelik 15103). Ç: 5-8. T.Y.: A1,A2; B4; C3*,C6.

Foeniculum vulgare Miller: C3 Isparta: Atabey ilçesi, yol kenarları, 1491 m, 09.10.2014, GUL 63.34.1.2 (Özçelik 15006); Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, 1544 m, 09.10.2014, GUL 63.34.1.4 (Özçelik 15021); Yenişarbademli ilçe merkezi, yol kenarları, 1166 m, 09.10.2014, GUL 63.34.1.5 (Özçelik 15093); Eğirdir ilçe merkezi, yol kenarları, 997 m, 09.10.2014, GUL 63.34.1.6 (Özçelik 15119); Eğirdir- Aksu ilçeleri arası, köprü kenarı, 1207 m, 09.10.2014, GUL 63.34.1.7, (Özçelik 15120); Sütçüler- Eğirdir ilçeleri arası, yol kenarları, 342 m, 09.10.2014, GUL 63.34.1.8 (Özçelik 15121). C3 Antalya: Akseki ilçe merkezi, tarla kenarı, 1200 m, 25. 8. 1986, GUL 63.34.1.1 (Özçelik 1178). C3 Burdur: Tefenni ilçesi, yol kenarları, 1100 m, 09.10.2014, GUL 63.34.1.3 (Özçelik 15010); GUL 63.34.1.9 (Özçelik 15137); Rahat dağı, Karamanlı'ya 5 km, 1068 m, 09.10.2014, GUL 63.34.1.10 (Özçelik 15193); Çavdır ilçesi, yol kenarları, 1491 m, 09.10.2014, GUL 63.34.1.11 (Özçelik 15211). Ç: 5-9. T.Y.: A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7; B1, C3*,C6. Yaygın olarak kültürü yapılan bir türdür. Tek yıllık kültür formları vardır. Yabani formları Ege ve Göller yöresinde bol olarak yetişir ve çok yıllık, iri çüselidir.

Anethum graveolens L.: C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Çandır köyü, 273 m, 01.10.2014, GUL 63.35.1.3 (Özçelik 14993); Yalvaç ilçe merkezi, yol kenarları, 986 m, 01.10.2014, GUL 63.35.1.5 (Özçelik 15037); Sütçüler ilçesi civarı, 965 m, 01.10.2014, GUL 63.35.1.7(Özçelik 15122). C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, Doğanbaba yaylası, 1416 m, 01.10.2014, GUL 63.35.1.1 (Özçelik 14953); Yeşilova ilçesi, Sultanpınarı mevkii, 1179 m, 01.10.2014, GUL 63.35.1.2 (Özçelik 14955); Merkez ilçe, Gelincik köyü, 900 m, 01.10.2014, GUL 63.35.1.4 (Özçelik 15007); Çavdır ilçesi, Gölhisar karayolu, 992 m, 01.10.2014, GUL 63.35.1.6 (Özçelik 15038); Tefenni ilçesi, yol kenarları, 992 m, 01.10.2014, GUL 63.35.1.8 (Özçelik 15139). Ç: 6-7. T.Y.: A1,A2,A4; C3*. Bitki doğal tür olmayıp Göller Yöresi'nde özellikle Burdur ilinde tarımı yapılmaktadır. Sistematik açıdan tanımı zor bir türdür. Kültür formları vardır ve *Foeniculum vulgare* (rezene) ile karışır. Belki de hibritleşir.

Kundmannia syriaca Boiss.: C3 Isparta: Atabey ilçesi, antropojenik stepler, 1022 m, 13.10.2014, GUL 63.36.1.2 (Özçelik 14902); GUL 63.36.1.10 (15004); GUL 63.36.1.13 (Özçelik 15174); İslamköy, 931 m, 13.10.2014, GUL 63.36.1.17 (Özçelik 15238); Eğirdir ilçesi, Barla dağı, çoban evleri civarı, 1800 m, 21.09.1995, GUL 63.36.1.1 (Özçelik 7441); Eğirdir ilçesi, kayalık kıraç alanlar, 913 m, 13.10.2014, GUL 63.36.1.16 (Özçelik 15235); Sütçüler ilçesi, Çandır köyü, 368 m, 13.10.2014, GUL 63.36.1.4 (Özçelik 14916); 416 m, GUL 63.36.1.7 (Özçelik 14992); tarla kenarları, 400 m, 13.10.2014, GUL 63.36.1.8 (Özçelik 14997); Isparta-Antalya karayolu, 440 m, 13.10.2014, GUL 63.36.1.11 (Özçelik 15039); Aksu ilçesi, antropojenik alanlar, 1119 m, GUL 63.36.1.15 (Özçelik 15213). C3 Burdur: Bucak ilçesi, Tekketepe kavşağı yol kenarları, 989 m, 13.10.2014, GUL 63.36.1.3 (Özçelik 14913); Yeşilova ilçesi, Salda Gölü civarı, 421 m, 13.10.2014, GUL 63.36.1.5 (Özçelik 14954); Antalya-Burdur kara yolu, Çamlık kasabasına doğru, 421 m, 13.10.2014, GUL 63.36.1.6 (Özçelik 14986); Antalya-Bucak kara yolu, 842 m, 13.10.2014, GUL 63.36.1.9 (Özçelik 15002); Bucak ilçesi, Tekketepe kavşağı, 421 m, 13.10.2014, GUL 63.36.1.12 (Özçelik 15049); Altınyayla ilçesi, çam ormanı altları, 1119 m, 13.10.2014, GUL 63.36.1.14 (Özçelik 15190). Ç: 6-7. Endemik. D. Akd. el. T.Y.: C3*,C5,C6.

Conium maculatum L.: B9 Ağrı: Eleşkirt yolu, Eleşkirt'e 20-40 km, 1800 m, 11.08.1993, GUL 63.39.1.1 (Özçelik 6500). Ç: 4-8. T.Y.: A1,A2,A4,A5,A6,A7,A9; B1,B2,B4,B6,B7,B8,B9*; C5,C6,C9. Türkiye'de geniş yayılış gösterir. Gövdelerinin benekli oluşu önemli bir ayırt edici özelliktir. *Anthriscus* cinsini andırır. Çok zehirlidir. Nemli yerleri tercih eder.

Lecokia cretica (Lam.) DC.: B9 Van: Sarmaç köyünün kuzeyi, vadi üstleri, 2700 m, 19.07.1986, GUL 63.41.1.5 (Özçelik 983). C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Tota yaylası, 1400 m, 15.08.1996, GUL 63.41.1.1 (Özçelik 455); GUL 63.41.1.2 (MK. 458); Çandır, Yazılı Kanyon T.P., 1100 m, 31.08.1996, GUL 63.41.1.3 (MK. 517); GUL 63.41.1.4 (MK. 518). Ç: 4. T.Y.: A6; B1,B9*; C1,C3*,C5,C6. Doğu Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yayılış gösterir.

Prangos pabularia Lindl.: B9 Van: B. Ereğ dağı, yüksek tepe yakını, 2980 m, 19.7.1996, GUL 63.42.1.1 (Özçelik 947). Ç: 6-8. Ir.-Tur. el. T.Y.: A7,A9; B5,B7,B8,B9; C9. *P. meliocarpoides* Boiss. var. *meliocarpoides*: C3 Burdur: Altınyayla ilçesine 3 km, yamaçlarda, 1248 m, 06.10.2014, GUL 63.42.3.1.1 (Özçelik 15244). Ç: 6-7. Endemik. Ir.-Tur. el. T.Y.: A5; B2,B4,B5,B7; C3,C4,C5,C6,C7. *P. corymbosa* Boiss.: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Barla köyü civarı, 935 m, 06.10.2014, GUL 63.42.6.1 (Özçelik 15013-b). Ç: 6. Ir.-Tur. el. T.Y.: B7; C3*. *P. platychaena* Boiss. ex Tchihat.: C3 Isparta: Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, yamaç ve kayalık alanlar, 1253 m, 06.10.2014, GUL 63.42.8.1 (Özçelik 15429). Ç: 5-7. Endemik. Ir.- Tur. el. Y.: A7; B6,B7,B8,B9; C3*, C7. *P. uechtritzi* Boiss. & Hausskn.: C3 Isparta: Atabey ilçesi, Kısıklı Boğazı, 1271 m, 06.10.2014, GUL 63.42.10.1 (Özçelik 15118). Ç: 5-7. Endemik. Ir.- Tur. el. Y.: B5,B9; C3*,C4,C6.

Ekimia bornmuelleri (Hub.-Mor. & Reese) H.Duman & M.F.Watson C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, Salda Gölü civarı, 1165 m, 16.10.2014, GUL 63. 42a.1.2, (Özçelik 15314). Ç: 6-7. Endemik. D. Akd. el. Y.: C2,C3* Bu tür ilginç özellikleriyle arazide çok kolay tanımlanır. Sadece Salda Gölü'nün mikroklimatik etkilerinin olduğu bir alanda yayılış gösterir. Bu alanın bir kısmı Muğla, bir kısmı da Burdur ilinde kalmaktadır. Her ne kadar 2 coğrafi karede yayılış görünse de lokal endemiktir. Salda Gölü ve çevresi için gösterge bitkilerdendir. Kesinlikle korunması gerekir.

Bupleurum rotundifolium L.: C3 Isparta: Şarkikaraağaç ilçe merkezi, kıraç alanlar, 1128 m, 03.10.2014, GUL 63.64.2.1 (Özçelik 14923); Atabey ilçesi, yol kenarları, 1001 m, 03.10.2014, GUL 63.64.2.5 (Özçelik 15169). C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, Dereköy-Bayındır köyleri arası, 1006 m, 03.10.2014, GUL 63.64.2.2 (Özçelik 15072); Burdur-Çamlık kasabası arası, 412 m, 03.10.2014, GUL 63.64.2.3 (Özçelik 15107); Gölhisar ilçesi, Evciler köyü, 1004 m, 03.10.2014, GUL 63.64.2.4 (Özçelik 15140); Tefenni ilçesi, Karamanlı'ya 30 km, 1013 m, 03.10.2014, GUL 63.64.2.6 (Özçelik 15182); Tefenni ilçesi, Rahat dağı güney yamaçları, 1408 m, 03.10.2014, GUL 63.64.2.8 (Özçelik 15197); Korkuteli-Burdur arası, yol kenarları, 960 m, 03.10.2014, GUL 63.64.2.7 (Özçelik 15192); Ç: 6-7. T.Y.: A1,A2,A4,A5,A6,A7; B3,B4,B5,B6,B7,B9; C3*,C4. Türkiye genelinde yayılış gösteren, hoşgörüsü yüksek bir türdür. *B. croceum* Fenzl: C3 Isparta: Şarkikaraağaç ilçesi, tarım dışı kıraç araziler, 1128 m, 03.10.2014, GUL 63.64.3.1 (Özçelik 14924). C3 Burdur: Burdur-Karamanlı karayolu, Karamanlı'ya 25 km, 1002 m, 03.10.2014, GUL 63.64.3.2 (Özçelik 15132). Ç: 5-7. Ir.-Tur. el. T.Y.: A2; B2,B3,B4,B6,B8; C3,C4,C5,C6,C7,C8. *B. heldreichii* Boiss. & Bal.: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Kovada Gölü civarı, 250 m, 15.07.2014, GUL 63.64.5.1 (Özçelik 8936). Ç: 5-7. Endemik. Ir.-Tur. el. T.Y.: B3,B4,B5; C2,C3,C4,C5. *B. odontites* L.: A1 Çanakkale: Eceabat ilçesi, Bigalı'ya 12.4 km, 220 m, 29.06.1995, GUL 63.64.10.3 (İ.Uysal 386, 480, 711, 716). Ç: 4-7. Avr.-Sib. el. T.Y.: A1*,A2,A3,A6; B1,B4; C5,C6.Batı Anadolu'da (Ergene havzası, Marmara bölgesi, B. Karadeniz ve Ege bölgesinde yayılış gösterir. *B. anatolicum* Hub.-Mor. & Reese: C3 Antalya: Akseki ilçesi, Erenyaka köyü, 700 m, 12.08.1988, GUL 63.64.31.1 (Özçelik 1993). Ç: 5-6. Endemik. Akd. el. T.Y.: C2,C3*. Göller Yöresi'ne has, nadir bir endemiktir. Yörede popülasyonları iyi gelişme göstermektedir. *B. subuniflorum* Boiss. & Heldr.: C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Çandır Tabiat Parkı civarı, 450-600 m, 31.08.1996, GUL 63.64.37.2 (Özçelik 7575). C3 Antalya: Akseki ilçesi, İmlasan (Emir Hasan) Geçidi civarı, 1700 m, 08.08.1994, GUL 63.64.37.1 (Özçelik 6899). Ç: 7-8. Endemik. T.Y.: C3*,C4. *B. commutatum* Boiss. & Bal.: C3 Isparta: Uluborlu ilçesi, Başköy, 1239 m, 03.10.2014, GUL 63.64.43.1 (Özçelik 14982). Ç: 6-8. T.Y.: A2; B1,B2,B3; C3*,C4. *B. falcatum* L.: C3 Isparta: Eğirdir-Gelendost arası, Gelendost'a 6 km kala, kaya araları, 983 m, 03.10.2014, GUL 63.64.46.1 (Özçelik 15150); Eğirdir ilçesi, batı kesimleri, 931 m, 03.10.2014, GUL 63.64.46.2 (Özçelik 15176). Ç: 7. Bu örneklerin türaltı kategorileri belirlenmemiştir. *B. falcatum* L. subsp. *polyphyllum* (Ledeb.) Wolff: C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Çandır köyü, Yazılı Kanyon TP., 1050 m, 31.08.1996, GUL 63.64.46.1.1(MK 509); GUL 63.64.46.1.2 (MK 514); Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, Pınar Gözü mesireliği üstleri, 2400-2800 m, 20.08.1995, GUL 63.64.46.1.3 (Özçelik 7299). Ç: 7-8. T.Y.: A7,A8,A9; B7,B8,B9; C3*,C9. *B. falcatum* L. subsp. *cernuum* (Ten.) Arc: B9 Van: Ereğ dağı, step alanlar, 2000 m, 04.10.1992, GUL 63.64.46.2.1(Özçelik 1457); GUL 63.64.46.2.2 (Özçelik 3040). Ç: 7-8. T.Y.: A3,A4,A7,A8; B6,B7,B9; C2,C4,C5,C6,C9. *B. falcatum* L. subsp. *persicum* (Boiss.) Koso-Pol.: C3 Isparta: Yenişarbademli, Dedegül dağı, 1070 m,

06.08.2015, GUL 63.64.46.3.1 (Özçelik 15215); Eğirdir ilçesi, kaya dipleri, 1070 m, 02.06.2015, GUL 63.64.46.3.2 (Özçelik 15427). Ç: 7-8. T.Y.: A2,A4,A6,A7,A9; B7,B8,B9; C3*,C5,C6.

Ammi visnaga (L.) Lam.: C3 Isparta: Antalya karayolu, yol kenarları, 95 m, 01.10.2014, GUL 63.58.1.2 (Özçelik 15344). C3 Burdur: Ağlasun ilçesi, Dere mahallesi, 1061 m, 01.10.2014, GUL 63.58.1.1 (Özçelik 15027). C3 Antalya: Serik ilçesi, yol kenarları, 01.10.2014, GUL 63.58.1.3, (Özçelik 15418). Ç: 5-8. T.Y.: A2,A3,A5,A7; B1; C1,C2,C3*,C5,C6,C7. Akd. el. Türkiye'de yaygındır. Brakte özellikleri ayırt edicidir. Bazı yerlerde kültürü yapılmaktadır.

Falcaria vulgaris Bernh.: C3 Isparta: Aksu ilçesi, Sorgun yaylası, çalılık alanlar, 1300 m, 2.7.1997, GUL 63.59.1.1 (C.Yarç 371); Aksu ilçesi, Sorgun yaylası, 1300 m, 27.03.1995, GUL 63.59.1.3, (ŞÖ. 387); 28.07.1997, GUL 63.59.1.4 (ŞÖ. 674); Atabey ilçesi, yol kenarları, 1025 m, 09.10.2014, GUL 63.59.1.5 (Özçelik 15005); Merkez ilçe, Ayazmana mesireliği, 1126 m, 09.10.2014, GUL 63.59.1.8 (Özçelik 15254); Uluborlu ilçesi, Kapıdağ, 975 m, 09.10.2014, GUL 63.59.1.10 (Özçelik 15295). C3 Burdur: Karamanlı yolu, Karamanlı'ya 25 km, 1002 m, 09.10.2014, GUL 63.59.1.6 (Özçelik 15130); Tefenni ilçesi, Rahat dağı, 1400 m, 09.10.2014, GUL 63.59.1.7 (Özçelik 15196); Yeşilova ilçesi, yol kenarları, 917 m, 09.10.2014, GUL 63.59.1.9 (Özçelik 15294). Ç: 6-8. T.Y.: A1,A4,A6,A7,A9; B1,B3,B4,B6,B7,B9,B10; C3*,C4,C5,C6,C8,C9,C10.

Cnidium silaifolium (Jacq.) Simonk. subsp. *orientale* (Boiss.) Tutin: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Barla, Çam dağı, 1460 m, 06.10.2014, GUL 63.60.1.1.1 (Özçelik 14906); Barla dağı, 1554 m, 06.10.2014, GUL 63.60.1.1.4 (Özçelik 15218); GUL 60.63.1.1.5 (Özçelik 15219); Yenişarbademli, Pınargözü mevkii, 1426 m, 06.10.2014, GUL 63.60.1.1.6 (Özçelik 15334). C3 Burdur: Ağlasun ilçesi, Köröğlü Beli, 951 m, 06.10.2014, GUL 63.60.1.1.2 (Özçelik 14943); Çamlık Kasabası, yol kenarları, 1200 m, 06.10.2014, GUL 63.60.1.1.3 (Özçelik 15233); Bucak ilçesi, Kızılkaya kasabası, 810 m, 06.10.2014, GUL 63.60.1.1.7 (Özçelik 15420). Ç: 7-8. T.Y.: A2,A4,A5,A6,A8; B1,B2,B7; C1,C3*,C4,C5,C6. Türkiye'de yaygın.

Ligusticum alatum (M. Bieb.) Spreng: B9 Van: B. Ereğ dağı, batı yamacı, dere yatağı, 2800 m, 05.08.1993, GUL 63.61.1.1 (Özçelik 6368). C3 Burdur: Tefenni ilçesi, Rahat dağı güney yamaçları, akarsu kenarı, 1750 m, 13.10.2014, GUL 63.61.1.2 (Özçelik 15202). Ç: 7-8. T.Y.: A7,A8,A9; B7,B8,B9; C3*,C6,C9. Su kenarlarında, ekseriyetle yüksek rakımlarda yetişir. Doğu Anadolu'da rezervi boldur.

Johrenia silenoides Boiss. & Bal.: C3 Isparta: Eğirdir-Gelendost arası, yol kenarları, 930 m, 10.10.2014, GUL 63.64.1.1 (Özçelik 15145). Ç: 8-9. T.Y.: C3*,C5. *J. porteri* Post ex Boiss.: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, kayalık alanlar, 931 m, 10.10.2014, GUL 63.64.2.1 (Özçelik 15177). Ç: 7-8. T.Y.: C3*,C6. *J. dichotoma* DC. subsp. *dichotoma*: C3 Isparta: Merkez, Ayazmana mesireliği üzeri, 1200-1400 m, 19.08.1995, GUL 63.64.3.1.1 (Özçelik 7240); Sütçüler ilçesi, Çandır köyü, 711 m, 10.10.2014, GUL 63.64.3.1.2, (15001). Ç: 7-8. T.Y.: B7; C2,C3*,C4,C5,C6. *J. dichotoma* DC. subsp. *sintensis* Bornm.: C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Ayvalıpınar köyü civarı, 1400 m, 23.08.1995, GUL 63.64.3.2.1 (Özçelik 7389); Atabey ilçesi, Harmanören köyü, 944 m, 10.10.2014, GUL 63.64.3.2.2 (Özçelik 14903); Eğirdir-Gelendost karayolu, 983 m, 10.10.2014, GUL 63.64.3.2.3 (Özçelik 14914); Uluborlu ilçesi, Başköy civarı, 1239 m, 10.10.2014, GUL 63.64.3.2.5 (Özçelik 14984); Eğirdir ilçesi, yamaç alanlar, 923 m, 10.10.2014, GUL 63.64.3.2.6 (Özçelik 15003); GUL 63.64.3.2.7 (Özçelik 15003); Aksu ilçesi, mer'a alanları, 1187 m, 10.10.2014, GUL 63.64.3.2.8 (Özçelik 15028); Atabey ilçesi, Kısıp Boğazı mevkii, 1271 m, 10.10.2014, GUL 63.64.3.2.10 (Özçelik 15240); Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, 1541 m, 10.10.2014, GUL 63.64.3.2.11 (Özçelik 15443). C3 Burdur: Tefenni ilçesi, kayalık alanlar, 872 m, 10.10.2014, GUL 63.64.3.2.4 (Özçelik 14965); Rahat dağı etekleri, 1602 m, 10.10.2014, GUL 63.64.3.2.9 (Özçelik 15200). Ç: 7-8. Endemik. T.Y.: C3*,C6,C8. *J. tortuosa* (Fisch. & Mey.) Chamberlain: C3 Isparta: Merkez ilçe, kayalık alanlar, 1141 m, 10.10.2014, GUL 63.64.4.1 (Özçelik 14972); tepelik alanlar, 942 m, 10.10.2014, GUL 63.64.4.2 (Özçelik 15152); Atabey ilçesi, Harmanören köyü civarı, 965 m, 10.10.2014, GUL 63.64.4.3 (Özçelik 15234); Uluborlu ilçesi, Eğirdir Dağı, 1040 m, 10.10.2014, GUL 63.64.4.4 (Özçelik 15240); Merkez, Ayazmana mesireliği civarı, 1141 m, 10.10.2014, GUL 63.64.4.5 (Özçelik 15245); Gelendost ilçesi, Yakaköy, 965 m, 10.10.2014, GUL 63.64.4.6 (Özçelik 15276); Isparta-Antalya karayolu, Kazak tünelleri arası, 402 m, 10.10.2014, GUL 63.64.4.7 (Özçelik 15436). Ç: 6-8. T.Y.: A2,A5,A6; B4; C3*,C4,C5,C6. *J. polyscias* Bornm.: C3 Isparta: Şarkikaraağaç ilçesi, Kızıldağ MP., 1316 m, 10.10.2014, GUL 63.64.5.1 (Özçelik 14926); Eğirdir-Gelendost arası, yol kenarları, 983 m, 10.10.2014, GUL 63.64.5.3 (Özçelik 15146). C3 Burdur: Tefenni ilçesi, kayalık alanlar, 872 m, 10.10.2014, GUL 63.64.5.2 (Özçelik 15128); Burdur-Karamanlı karayolu, Karamanlı'ya 15 km kala, 1112 m, 10.10.2014, GUL 63.64.5.4 (Özçelik 15185). Ç: 7. Endemik. T.Y.: A5; B5; C3*. *J. berytea* Boiss. & Hausskn.: C3 Isparta: Yalvaç- Akşehir ilçeleri arası, Sultan dağı, 1800-2300 m, 20.08.1995, GUL 63.64.7.1 (Özçelik 7284). Ç: 7. Endemik. T.Y.: B7; C3*, C5,C6.

Cymbocarpum erythraeum (DC.) Boiss.: B8 Erzurum: Tekman'a doğru 30 km, step alanlar, 3000 m, 19.07.1993, GUL 63.66.4.2 (Özçelik 6086); Palandöken Dağları, 2400-2600 m, 08.08.1993, GUL 63.66.4.4 (Özçelik 6384); B9 Van: Ereğ dağı, Erozyonlu alanlar, 2500 m, 26.07.1987, GUL 63.66.4.1 (Özçelik 1322); Ereğ dağı'nın güney yamaçları, 2600 m, 17.08.1993, GUL 63.66.4.3 (Özçelik 6341). Ç: 7-8. T.Y.: A8; B8,B9. En büyük popülasyonları ve genetik varyasyonu Keşiş dağı (Erzincan) ile Tendürek dağında (Ağrı-Van) bulunmaktadır.

Ferula orientalis L.: B9 Van: Van Kalesi civarı, bataklık alanlar, 1720 m, GUL 63.68.7.1 (Özçelik 44); Ereğ dağı zirvesi, 2600 m, 08.07.1987, GUL 63.68.7.1 (Özçelik 1571). Ç: 5-6. Ir.-Tur. el. T.Y.: A7,A8,A9; B7,B8,B9*; C9. *F. rigidula* DC.: B9 Van: Ereğ dağı, vadi içi, 2300 m, 08.07.1987, GUL 63.688.9.1 (Özçelik 1585). Ç: 5-7. Ir.-Tur. el. T.Y.: A9; B4,B5,B7,B8,B9*. Bu türler Doğu Anadolu bölgesinde yüksek dağ steplerinde çok bol yetişir. Yerel halk tarafından yem ve gıda katkısı amacıyla kullanılır. Step vejetasyonunun önemli göstergelerindedir. Otlatılan alanlarda boldur. *Prangos* cinsi ile taksonomik olarak karışır. Detaylı inceleme gerekir.

Ferulago pauciradiata Boiss. & Heldr.: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Barla Çam dağı, 948 m, 09.10.2014, GUL 63.69.8.1 (Özçelik 14904). Ç: 6-7. Endemik. Ir.-Tur. el. T.Y.: A1,A4,A7; B4,B5,B7,B8; C3*,C6. Göller Yöresi'nde yaygındır. *F. cassia* Boiss.: C3 Isparta: Ağlasun ilçesi, çam ormanı altı, 1061 m, 09.10.2014, GUL 63.69.11.1 (Özçelik 15029). Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, 1061 m, 09.10.2014, GUL 63.69.11.2 (Özçelik 15031); 1491 m, 09.10.2014, GUL 63.69.11.3, (Özçelik 15439). Sütçüler-Eğirdir ilçeleri arası, 1182 m, 09.10.2014, GUL 63.69.11.4, (Özçelik 15989). Ç: 4-6. D. Akd. el. T.Y.: C3*, C5,C6. *F. sylvatica* (Besser) Rchb.: C3 Isparta: Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, 1800 m, 19.07.1995, GUL 63.69.18.1 (Özçelik 7182). Ç: 6. Avr.-Sib. el. T.Y.: A2; B1,B2; C3*. *F. pachyloba* (Fenzl) Boiss.: C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, Salda Gölü güney kıyısı, 1165 m, 09.10.2014, GUL 63.69.26.1 (Özçelik 15067); Işıklar köyü, 1013 m, 09.10.2014, GUL 63.69.26.2 (Özçelik 15070); göl kenarı, 863 m, 09.10.2014, GUL 63.69.26.3 (Özçelik 15249). Ç: 7-8. Endemik. T.Y.: B5;C3*,C5. *F. trachycarpa* Boiss.: C3 Isparta: Aksu ilçesi, Yaka deresi kenarı, 1600 m, 28.09.1995, GUL 63.69.27.1 (ŞÖ. 723). Ç: 6-8. Akd. el. T.Y.: B1,B2,B3; C2,C3*,C4,C6.

Opopanax chironium (L.) W.D.J.Koch: C3 Isparta: Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, 1166 m, 13.10.2014, GUL 63.70.1.1 (Özçelik 15095); Eğirdir ilçe merkezi, kayalık yamaçlar, 942 m, 09.10.2014, GUL 63.70.1.3 (Özçelik 15216). Eğirdir ilçesi, Kovada gölü civarı, 942 m, 13.10.2014, GUL 63.70.1.4 (Özçelik 15319). C3 Burdur: Tefenni ilçesi, Rahat dağı etekleri, 1408 m, 13.10.2014, GUL 63.70.1.2 (Özçelik 15198); Bucak ilçesi, Kızılkaya kasabası, 810 m, 13.10.2014, GUL 63.70.1.5 (Özçelik 15334). Ç: 6. T.Y.: A1; C3*. *O. hispidus* (C3 Isparta: Uluborlu ilçesi, Başköy civarı, kireçli alanlar, 1239 m, 14.10.2014, GUL 63.70.2.5 (Özçelik 14981); Uluborlu-Senirkent ilçeleri arası, yol kenarları, 1040 m, 13.10.2014, GUL 63.70.2.13 (Özçelik 15239); Eğirdir ilçe merkezi, kayalık yamaçlar, 942 m, 13.10.2014, GUL 63.70.2.1 (Özçelik 14915); Barla, Çam dağı girişi, 935 m, 14.10.2014, GUL 63.70.2.6 (Özçelik 15013); Barla, Yassıören Köyü, 989 m, 14.10.2014, GUL 63.70.2.7 (Özçelik 15016); GUL 63.70.2.8 (Özçelik 15017); GUL 63.70.2.9 (Özçelik 15020); GUL 63.70.2.12 (Özçelik 15108); Pazarköy-Ayvalı arası, 1175 m, 13.10.2014, GUL 63.70.2.14 (Özçelik 15259); Kovada Gölü civarı, 940 m, 13.10.2014, GUL 63.70.2.15 (Özçelik 15330); Yenişarbademli ilçesi, Bağlı köyü, 1183 m, 14.10.2014, GUL 63.70.2.10 (Özçelik 15026); C3 Burdur: Ağlasun'un 5 km çıkışı, 1017 m, 13.10.2014, GUL 63.70.2.2 (Özçelik 14935); Altınayla'ya 2 km kala, 1372 m, 14.10.2014, GUL 63.70.2.3 (Özçelik 14966); Bucak ilçesi, Kızılkaya kasabası, 810 m, 14.10.2014, GUL 63.70.2.4 (Özçelik 14968); 797 m, 14.10.2014,

GUL 63.70.2.11 (Özçelik 15074). Ç: 5-7. T.Y.: A1,A2; B1,B2,B3,B4,B7,B8; C1,C2,C3,C4,C9,C10. Burdur Gölü civarında tarla kenarı ve açıklarında, orman kenarı ve açıklarında bol miktarda yetişir. Yaprak şekli ve tüy durumu ile kolayca arazide ayırt edilir.

Peucedanum chryseum (Boiss. & Heldr.) Chamberlain: C3 Isparta: Şarkikaraağaç ilçesi, Kızıldağ MP. civarı, 1316 m, 13.10.2014, GUL 63.72.4.1 (Özçelik 14927); GUL 63.72.4.2 (Özçelik 14967). Ç: 7-8. Endemik. T.Y.: B1,B2; C1,C2,C3*,C4,C5.

Pastinaca sativa L. subsp. *urens* (Req. ex Godron) Celak.: C3 Isparta: Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, Pınargözü mevkii, 1540 m, 15.10.2014, GUL 63.73.1.1.2 (Özçelik 15023). C3 Burdur: Gölhisar ilçesi, Evciler köyü, 997 m, 15.10.2014, GUL 63.73.1.1.3 (Özçelik 15210). A8 Bayburt: Aşkale-Bayburt kara yolu, Bayburt'a 20 km kala, 1600 m, 10.08.1993, GUL 63.73.1.1.1 (Özçelik 6488). Ç: 7-8. T.Y.: A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7; B2,B5,B7; C3*,C6,C7.

Malabaila dasyantha (C. Koch) Grossh.: B9 Van: Van Kalesi civarı, tarla kenarları, 1730 m, 01.07.1985, GUL 63.74.5.1 (Özçelik 78); terk edilmiş yerler, 1740 m, 26.06.1985, GUL 63.74.5.3 (Özçelik 2345); Ereğ dağı, Kurubaş köyünün 3 km doğusu, 1900 m, 01.01.1989, GUL 63.74.5.2 (Özçelik 1498). C3 Isparta: Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, 1544 m, 13.10.2014, GUL 63.74.5.4 (Özçelik 15102); Eğirdir ilçesi, mezarlık kenarı, 958 m, GUL 63.74.5.6 (Özçelik 15272). C3 Burdur: Bucak ilçesi, Çamlık kasabası, 705 m, 13.10.2014, GUL 63.74.5.5 (Özçelik 15108). Ç: 6. Ir.-Tur. el. T.Y.: A7,A9; B8,B9; C3*. Doğu Karadeniz, Doğu Anadolu ve Göller Yöresi'nde yayılış gösterir. *M. secacul* Banks & Sol.: C3 Isparta: Aksu ilçesi, Yaka deresi kenarları, 1200 m, 15.05.1994, GUL 63.74.6.1 (ŞÖ. 173); Ağlıköy-Yılanlı köyleri arası, 1200 m, 05.06.1994, GUL 63.74.6.2 (ŞÖ. 266); Gölcük TP., çam ormanı içleri, 1602 m, 10.10.2014, GUL 63.74.6.3 (Özçelik 14963); Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, 1166 m, 13.10.2014, GUL 63.74.6.5 (Özçelik 15101). C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, Salda Gölü civarı, 1165 m, 13.10.2014, GUL 63.74.6.4 (Özçelik 15071); Tefenni ilçesi, kıraç alanlar, 1115 m, 13.10.2014, GUL 63.74.6.7 (Özçelik 15186); Çavdır ilçesi, Rahat dağı, 1750 m, 13.10.2014, GUL 63.74.6.8 (Özçelik 15193); Tefenni-Yeşilova yol kavşağı, 922 m, 13.10.2014, GUL 63.74.6.6 (Özçelik 15181). Ç: 5-7. T.Y.: A5,A6,A7; B4,B5,B7; C3,C4,C5,C6,C7,C8.

Heracleum sphondylium L. subsp. *ternatum* (Velen.) Brummitt: C3 Isparta: Şarkikaraağaç ilçesi, Kızıldağ Milli Parkı girişi, 1316 m, 09.10.2015, GUL 63.75.1.1.1 (Özçelik 15355). Ç: 5-6. T.Y.: A1,A2,A3,A4; B2,B4; C3*. *H. platytenium* Boiss.: C3 Isparta: Isparta merkez, Dere mahallesi, 1243 m, 09.10.2014, GUL 63.75.3.1 (Özçelik 14933). Isparta merkez ilçe, Gökçay mesireliği, 1180 m, 09.10.2014, GUL 63.75.3.2 (Özçelik 14961). Ç: 5-7(-8). Endemik. T.Y.: A2,A4,A5,A7,A8; B1,B2,B4; C3*,C4. *H. antasiaticum* Manden.: C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Tota Yaylası, 1400 m, 15.08.1996, GUL 63.75.4.1 (Özçelik 469). Ç: 6-7(-8). T.Y.: A9; B7; C3*. *H. pastinacifolium* C. Koch: A1 Çanakkale: Eceabat ilçesi, Kız heykeli civarı, 20.04.1996, GUL 63.75.8.3.1 (İ.Uysal 1122). Ç: 6-7. Endemik. Y.K.: A1*,A4,A5,A7,A8; B8,B9. Cinsin üyelerine Türkiye genelinde rastlanabilir. Nispi nemin fazla olduğu yerler ve akarsu kenarları en önemli habitatlarıdır. Yaprak, çiçek durumu ve meyveleri ayırt edici özellikleri taşır. Gövdeleri kalın ve olukludur.

Tordylium apulum L.: C3 Isparta: Isparta-Antalya karayolu Bucak sapağı civarı, 485 m, 16.10.2014, GUL 63.80.1.1 (Özçelik 15109). Ç: 4-5. Akd. el. T.Y.: A1,A2; B1; C1,C2,C3*,C4,C5,C6. *T. macropetalum* Boiss.: C3 Isparta: Isparta-Antalya kara yolu, yol kenarları, 369 m, 16.10.2014, GUL 63.80.3.1 (Özçelik 15159). Ç: 5-6. Endemik. Akd. el. Y.: B2; C2,C3*. *T. hasselquistiae* DC. C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Çandır-Müezzinzinler köyleri arası, orman alanları, 690 m, 16.10.2014, GUL 63.80.5.1 (Özçelik 15156); Isparta-Antalya karayolu, yol kenarları, 440 m, 16.10.2015, GUL 63.80.5.3. C3 Burdur: Bucak ilçesi, Kızılkaya kasabası, tarla kenarları, 810 m, 16.10.2014, GUL 63.80.5.2 (Özçelik 15266). Ç: 4-5. T.Y.: C3*,C6,C7. *T. aegaeum* Runem.: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Sorkuncak-Banaz köyleri arası yol kenarları, 1485 m, GUL 63.80.9.1 (Özçelik 15433); Isparta- Antalya karayolu, Kazak tünelleri arası, yol kenarları, 440 m, GUL 63.80.9.2 (Özçelik 15438). Ç: 5. Akd. el. T.Y.: A1; B1,B2; C1,C2,C3.

Glaucosciadium cordifolium (Boiss.) B.L.Burtt & P.H.Davis: C3 Isparta: Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, Pınargözü mevkii, 2600-2800 m, 21.08.1995, GUL 63.83.1.1 (Özçelik 7366); Uluborlu ilçesi, Şalgamlık mevkii, yol kenarları, 1155 m, 09.10.2014, GUL 63.83.1.2 (Özçelik 14975); Uluborlu Kalesi yakınları, yamaçlarda, 156 m, 09.10.2014, GUL 63.83.1.4 (Özçelik 15114); Başköy civarı, yamaç ve kireçli alanlar, 1239 m, 09.10.2014, GUL 63.83.1.3 (Özçelik 15008). C3 Burdur: Burdur-Altınyayla karayolu, yol kenarları, 1261 m, 09.10.2014, GUL 63.83.1.5 (Özçelik 15191). Ç: 8-9. T.Y.: B2; C1,C2,C3,C4,C6. Ege, Akdeniz, kısmen de İç Anadolu bölgesinde yayılış gösterir.

Laserpitium hispidum Bieb.: A1 Çanakkale: Eceabat ilçesi, Conkbayırı, Atatürk heykeli civarı, 275 m, 29.06.1995, GUL 63.85.3.1 (İ.Uysal 546,570,592). Ç: 7-8. Avr.-Sib. el. T.Y.: A1*,A3,A4,A5,A9.

Torilis arvensis (Huds.) Link: B9 Van: Van Kalesi civarı, tarla kenarları, 1720 m, 09.07.1989, GUL 63.87.3.1 (Özçelik 1895). Ç: 4-6. Alttüri tespit edilemedi. *T. arvensis* subsp. *arvensis*: C3 Burdur: Ağlasun ilçesi, Köroğlu Belı, 1008 m, 13.10.2014, GUL 63.87.3.2.1 (Özçelik 14936). Ç: 6-8. T.Y.: A1,A2,A3,A4,A6,A7; B4: C3,C4,C5,C6,C7. *T. arvensis* subsp. *neglecta* (Sprengel) Thellung: C3 Burdur: Ağlasun ilçesi, Köroğlu Belı, 951 m, 13.10.2014, GUL 63.87.3.1.1 (Özçelik 14941); Yeşilova ilçesi, Sultanpınarı mevkii, 1179 m, 13.10.2014, GUL 63.87.3.1.2 (Özçelik 14956); Osman Kafkalar köyü, 1408 m, 13.10.2014, GUL 63.87.3.1.3 (Özçelik 15199). Ç: 5-8. T.Y.: A1,A2,A3,A4,A6,A8; B2,B3,B8; C2,C3,C5,C6,C8. *T. arvensis* subsp. *elongata* (Hoffmanns. & Link) Cannon: B9 Van: Van Kalesi civarı, tarla kenarları, 1720 m, 02.05.1987, GUL 63.87.3.3 (Özçelik 1912). C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Çandır-Müezzinzinler köyü arası, 711 m, 13.10.2014, GUL 63.87.3.3.2 (Özçelik 14909); GUL 63.87.3.3.3 (Özçelik 15284). Ç: 4-6. Akd. el. T.Y.: A2; B1,B9*; C2,C3*,C4,C6,C8. *T. japonica* (Houtt.) DC.: C3 Isparta: Aksu ilçesi, Yaka deresi kenarları, 1200 m, 15.05.1994, GUL 63.87.4.1 (ŞÖ.); Eğirdir ilçesi, Barla, Çam dağı, 948 m, 13.10.2014, GUL 63.87.4.2 (Özçelik 15051); Yenişarbademli ilçesi, Dedegül dağı, 1160 m, 13.10.2014, GUL 63.87.4.3 (Özçelik 15096); Sütçüler ilçesi, Çandır köyü civarı, 369 m, 13.10.2014, GUL 63.87.4.4 (Özçelik 15161); Atabay ilçesi, tarla kenarları, 995 m, 13.10.2014, GUL 63.87.4.5 (Özçelik 15173); Sav kasabası civarı, yol kenarları, 985 m, 13.10.2014, GUL 63.87.4.6 (Özçelik 15248). Ç: 7-10. T.Y.: A2,A4,A8; C3*,C6. *T. leptophylla* (L.) Reichb.: B9 Van: Ereğ dağı, zirve civarı, 3000 m, 19.07.1986, GUL 63.87.6.1 (Özçelik 1015). C3 Isparta: Aksu ilçesi, Yaka deresi kenarları, 1200 m, 15.05.1995, GUL 63.87.6.2 (ŞÖ. 209); Uluborlu ilçesi, Özbahçe köyü, 1320 m, 13.10.2014, GUL 63.87.6.4 (Özçelik 14976); GUL 63.87.6.5 (Özçelik 14977); Sütçüler ilçesi, Çandır köyü, 1002 m, 13.10.2014, GUL 63.87.6.8 (Özçelik 15160); Keçiözü ilçesi, Uluborlu kavşağından 2 km, 1180 m, 13.10.2014, GUL 63.87.6.12 (Özçelik 15283). C3 Burdur: Ağlasun ilçesi, Köroğlu Belı, 1002 m, 13.10.2014, GUL 63.87.6.3 (Özçelik 14940); 1008 m, GUL 63.87.6.9 (Özçelik 15247); Bucak ilçesi, yamaçlar, 797 m, 13.10.2014, GUL 63.87.6.6 (Özçelik 15079); Tefenni ilçesi, Karamanlı'ya 25 km, 1002 m, 13.10.2014, GUL 63.87.6.7 (Özçelik 15131); Tefenni, antropojenik alanlar, 1409 m, 13.10.2014, GUL 63.87.6.11 (Özçelik 15269); Bucak ilçesi, Kızılkaya kasabası, 795 m, 13.10.2014, GUL 63.87.6.10 (Özçelik 15264); Ç: 4-7. T.Y.: A1,A2,A3,A4,A5,A7,A8; B1,B2,B3,B4,B5,B6,B8,B9*; C3*,C4,C5,C6,C7,C8. *T. tenella* (Delile) Reichb.: C3 Isparta: Uluborlu ilçesi, antropojenik alanlar, 1053 m, 13.10.2014, GUL 63.87.8.2 (Özçelik 14978); Şalgamlık mevkii, 1155 m, 13.10.2014, GUL 63.87.8.3 (Özçelik 14979). C3 Burdur: Ağlasun ilçesi, Köroğlu Belı, orman açıkları, 951 m, 13.10.2014, GUL 63.87.8.1 (Özçelik 14942); Burdur-Antalya karayolu, Çamlık kasabası, 276 m, 13.10.2014, GUL 63.87.8.4 (Özçelik 14988). Ç: 3-7. T.Y.: C3*,C5,C6,C7,C8,C9.

Astrodaucus orientalis (L.) Drude: B9 Van: B. Ereğ dağı, yüksek tepe yakını, 3150 m, 19.07.1986, GUL 63.88.1.1 (Özçelik 974); GUL 63.88.1.2 (Özçelik 1015). Ir.-Tur. el. Ç: 5-8. T.Y.: A4,A7,A9; B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9; C4,C6,C9.

Turgeniopsis foeniculacea (Fenzl) Boiss.: A1 Çanakkale: Eceabat ilçesi, Bigalı, Hamazlar tepe, 20.05.1995, GUL 63.89.1.1 (İ.Uysal 85, 109,97,162). Ç: 5-6. T.Y.: A1*,A5; B1; C4,C5,C6,C8.

Caucalis platycarpus L.: B9 Van: Van Kalesi civarı, tarla kenarları, 1700 m, 12.06.1986, GUL 63.90.1.2 (Özçelik 21); 1720 m, 12.06.1986, GUL 63.90.1.3; 1750 m, 11.05.1986, GUL 63.80.1.4 (Özçelik 1960). C3 Isparta: Sütçüler ilçesi, Kasımlar- Kesme yolu arası, 1400 m, 07.05.1996, GUL 63.90.1.1 (MK.); Atabay ilçesi, tarla kenarları, 995 m, 06.10.2014, GUL 63.90.1.6 (Özçelik 15172). C3 Burdur: Ağlasun ilçesi, Köroğlu Belı, 1008 m, 06.10.2014, GUL 63.90.1.5 (Özçelik 14937); Tefenni ilçesi, tarla kenarları, 900 m, 06.10.2014, GUL 63.90.1.7 (Özçelik 15305). Ç: 5-8. T.Y.: A1,A2,A3,A6,A7,A8; B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9*; C3,C4,C5.

Turgenia latifolia (L.) Hoffm.: B9 Van: Van Kalesi civarı, tarla kenarları, 1720 m, 12.07.1985, GUL 63.91.1.1 (Özçelik 90); 11.05.1986, GUL 63.91.1.2, (Özçelik 1959). C3 Isparta: Aksu ilçesi, Ağlıköy-Yılanlı köyleri arası, 1200 m, 05.06.1994, GUL 63.91.1.3 (ŞÖ. 251); Atabey ilçesi, tarla kenarları, 995 m, 13.10.2014, GUL 63.91.1.5 (Özçelik 15171). C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, Dereköy- Bayındır köyleri arası, 1013 m, 13.10.2014, GUL 63.91.1.4 (Özçelik 15069); Tefenni ilçesi, Tefenni'den 10 km, yol kenarları, 1156 m, 13.10.2014, GUL 63.91.1.6 (Özçelik 15187); Yeşilova ilçesi, tarla kenarları, 1046 m, 13.10.2015, GUL 63.91.1.7 (Özçelik 15306). Ç: 4-6. T.Y.: A1,A2,A4,A5,A7,A8,A9; B2,B3,B4,B5,B8,B9*; C3*,C5,C6,C7,C8.

Lisaea papyracea Boiss.: C3 Isparta: Eğirdir ilçesi, Sorkuncak köyü, 1086 m, 06.10.2014, GUL 63.92.1.1 (Özçelik 15322); tarla kenarları, 1086 m, 06.10.2014, GUL 63.92.1.2 (Özçelik 15425). Ç: 6. T.Y.: B3,B4,B5,B6,B7,B8; C2,C3*,C4.

Daucus carota L.: A1 Çanakkale: Eceabat ilçesi, Kocaçimentepe'ye 14 km, 220 m, 29.06.1995, GUL 63.94.1.4 (İ.Uysal 606,510,516); GUL 63.94.1.5 (İ.Uysal 763); GUL 63.94.1.6 (İ.Uysal 796,787); GUL 63.94.1.7 (İ.Uysal 811). B9 Van: Van Kalesi, çayırılık alanlar, 1710 m, 11.05.1986, GUL 63.94.1.8 (Özçelik 1805); nemli yerler, 1750 m, 06.1988, GUL 63.94.1.9 (Özçelik 1964). C3 Isparta: Aksu ilçesi, Ağlıköy-Yılanlı köyleri arası, 1200 m, 01.07.1994, GUL 63.94.1.1 (ŞÖ. 297); Aksu ilçesi, Ağlıköy-Yılanlı köyleri arası, 1200 m, 01.07.1994, GUL 63.94.1.2 (C.Yarçı); Sütçüler ilçesi, Kasımlar kasabası çıkışı, 1200 m, 15.08.1996, GUL 63.94.1.3 (MK. 441); Merkez ilçe, havaalanı karşısı, 921 m, 07.10.2014, GUL 63.94.1.10 (Özçelik 14974); Isparta-Antalya karayolu arası 25. km, 416 m, 07.10.2014, GUL 63.94.1.11 (Özçelik 14995); Yenişarbademli ilçesi, Keykubat Türbesi yakını, 1150 m, 07.10.2014, GUL 63.94.1.12 (Özçelik 15100); Isparta-Çamlık köyü arası, yol kenarları, 304 m, 07.10.2014, GUL 63.94.1.13 (Özçelik 14987); Isparta-Antalya karayolu 30. km, yol kenarları, 369 m, 07.10.2014, GUL 63.94.1.16 (Özçelik 15162); Atabey ilçesi, yol kenarları, 1010 m, 07.10.2014, GUL 63.94.1.17 (Özçelik 15167); Eğirdir ilçesi, batı kesimi, yol kenarları, 931 m, 07.10.2014, GUL 63.94.1.18 (Özçelik 15178); Merkez ilçe, yol kenarları, 945 m, 07.10.2014, GUL 63.94.1.19 (Özçelik 15236). C3 Burdur: Tefenni ilçesi, 10. km, 1021 m, 07.10.2014, GUL 63.94.1.14 (Özçelik 15124); GUL 63.94.1.15 (Özçelik 15129); Bucak ilçesi, yol kenarları, 778 m, 07.10.2014, GUL 63.94.1.20 (Özçelik 15262). Ç: 6-9. T.Y.: A1*,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8; B1,B2,B4,B8,B9*; C2,C3*,C5,C6,C9. *D. broteri* Ten. A1 Çanakkale: Eceabat ilçesi, Bigalı 8.3 km, 110 m, 29.06.1995, GUL 63.94.2.4 (İ.Uysal 393); Eceabat ilçesi, Bigalı 8.3 km, 110 m, 29.06.1995, GUL 63.94.2.5 (İ.Uysal 534); GUL 63.94.2.6 (İ.Uysal 495, 779). C3 Isparta: Kirazlıdere mevkii, meyve bahçeleri üstleri, 09.09.2000, GUL 63.94.2.7 (Özçelik 8988); Isparta-Antalya karayolu, 30. km, 327 m, 06.10.2014, GUL 63.94.2.8 (Özçelik 14990). Ç: 6-8. T.Y.: A1*,A2,A3,A8; B1,B2; C2,C3*,C4,C5,C6. *D. guttatus* Sm.: C3 Isparta: Isparta-Antalya karayolu, 25. km, 416 m, 07.10.2014, GUL 63.94.3.5 (Özçelik 14994); GUL 63.94.3.6 (Özçelik 14996); Sütçüler ilçesi, Çandır, Yazılı Kanyon TP., 07.10.2014, GUL 63.94.3.7 (Özçelik 15154); Isparta-Antalya karayolu, Eğirdir yol sapağı civarı, 327 m, 07.10.2014, GUL 63.94.3.8 (Özçelik 15157). C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, Akçaköy, 1144 m, 07.10.2014, GUL 63.94.3.4 (Özçelik 14946). Ç: 6-7. T.Y.: A1,A2,A4; B1,B2,B8;C3,C4,C5. *D. littoralis* Sibth. & Sm.: B4 Kırıkkale: Merkez ilçe, Hasandede türbesinin 200 m doğusu, 04.08.1990, GUL 63.94.4.1. Ç: 6-8. T.Y.: A5; B4*; C3. *D. involucratus* Sm.: C3 Burdur: Yeşilova ilçesi, ormanlık alanlar, 857 m, 07.10.2014, GUL 63.94.5.1 (Özçelik 15064); Burdur merkez, ormanlık alan girişi, 872 m, 07.10.2014, GUL 63.94.5.2 (Özçelik 15179). Ç: 4-5. T.Y.: A6, B1; C2,C3*.

Artemisia squamata L.: C3 Isparta: Şarkikaraağaç ilçesi, nadas araziler, 1070 m, 02.10.2014, GUL 63.96.1.2 (Özçelik 14932); Gönen ilçesi, yol kenarları, 1001 m, 02.10.2014, GUL 63.96.1.4 (Özçelik 15168); Merkez ilçe, tepeler, 1280 m, 02.10.2014, GUL 63.96.1.5 (Özçelik 15241); Atabey ilçesi, tarla kenarları, 985 m, 02.10.2014, GUL 63.96.1.6 (Özçelik 15274). C3 Burdur: Çamlık'a 1.5 km, yol kenarları, 684 m, 02.10.2014, GUL 63.96.1.1 (Özçelik 14908); Tefenni ilçesi, tarla kenarları, 1150 m, 02.10.2014, GUL 63.96.1.3 (Özçelik 15138). Ç: 4-7. T.Y.: A3,A6; B1,B3,B4,B5,B6; C1,C2,C3*,C4,C5,C7,C8. Türkiye'de özellikle de Güney Anadolu bölgesinde yaygın.

Çizelge 1. GUL Herbariyumu'ndaki Apiaceae (Umbelliferae) familyasına ait taksonların sayısal analizi

| No: | Cins Adı | Taksonlar | Toplandığı İl | Yeni Kare Kaydı | Örnek Sayısı |
|-----|------------------------------------|--|---|-----------------------|--------------|
| 1 | <i>Astrantia</i> L. | <i>A. maxima</i> Pallas subsp. <i>haradjianii</i> (Grintz.) Rech. fil. | Isparta | - | 9 |
| 2 | <i>Actinolema</i> Fenzl | <i>A. macrolema</i> Boiss. <i>A. eryngioides</i> Fenzl <i>E. thoriifolium</i> Boiss. <i>E. falcatum</i> Delar. | Isparta Isparta Isparta Antalya | - + + - | 4 |
| 3 | <i>Eryngium</i> L. | <i>E. creticum</i> Lam. <i>E. palmito</i> Boiss. & Heldr. <i>E. bourgatii</i> Gouan subsp. <i>heldreichii</i> (Boiss.) P.H. Davis <i>E. billardierei</i> F. Delaroché <i>E. campestre</i> L. var. <i>virens</i> Link | Isparta Isparta Isparta Isparta Van | + - - + + | 24 |
| 4 | <i>Lagoecia</i> L. | <i>L. cuminoides</i> L. <i>E. tournefortii</i> Jaub. & Spach. | Burdur Isparta Burdur Isparta | - + + + | 3 |
| 5 | <i>Echinophora</i> L. | <i>E. orientalis</i> Hedge & Lamond <i>E. trichophylla</i> J.E. Smith <i>E. tenuifolia</i> L. subsp. <i>sibthorpiana</i> (Guss.) Tutin | Van Isparta Burdur Isparta | - + + - | 20 |
| 6 | <i>Myrrhooides</i> Heister ex Fabr | <i>M. nodosa</i> (L.) Cannon <i>C. byzantinum</i> Boiss. <i>C. aureum</i> L. | Burdur Isparta Isparta | - + - | 3 |
| 7 | <i>Chaerophyllum</i> L. | <i>C. bulbosum</i> L. <i>C. crinitum</i> Boiss. <i>C. leucolaenum</i> Boiss. | Van Van Isparta | + - + | 20 |
| 8 | <i>Grammosciadium</i> DC. | <i>G. pterocarpum</i> Boiss. | Van | + | 3 |

Çizelge 1. GUL Herbariyumu'ndaki Apiaceae (Umbelliferae) familyasına ait taksonların sayısal analizi (devam)

| No: | Cins Adı | Taksonlar | Toplandığı İl | Yeni Kare Kaydı | Örnek Sayısı |
|-----|--------------------------------|---|---------------|-----------------|--------------|
| | | | Bayburt | - | |
| | | | Van | + | |
| | | <i>A. nemorosa</i> (Bieb.) Sprengel | Erzurum | - | |
| | | | Burdur | + | |
| 9 | <i>Anthriscus</i> Pers. | | Isparta | + | 24 |
| | | <i>A. sylvestris</i> (L.) Hoffm. | Van | + | |
| | | <i>A. lamprocarpa</i> Boiss. | Isparta | + | |
| | | <i>A. cerefolium</i> (L.) Hoffm. | Burdur | + | |
| | | <i>A. caucalis</i> Bieb. | Isparta | + | |
| | | <i>S. stellata</i> Banks & Sol. | Isparta | + | |
| | | | Isparta | + | |
| | | <i>S. iberica</i> Bieb. | Burdur | - | |
| | | | Van | - | |
| 10 | <i>Scandix</i> L. | | Van | + | 29 |
| | | <i>S. pecten-veneris</i> L. | Isparta | + | |
| | | <i>S. macrorhyncha</i> C.A.Meyer | Isparta | + | |
| | | <i>S. australis</i> L. subsp. <i>grandiflora</i> (L.) Thell. | Burdur | + | |
| | | <i>S. turgida</i> (Boiss. & Bal.) Boiss. | Isparta | + | |
| | | | Burdur | + | |
| 11 | <i>Coriandrum</i> L. | <i>C. sativum</i> L. | Isparta | + | 17 |
| | | | Van | + | |
| | | <i>C. torilyium</i> (Fenzl) Bornm. | Burdur | + | |
| 12 | <i>Bifora</i> Hoffm. | <i>B. radians</i> Bieb. | Burdur | - | 7 |
| | | | Isparta | + | |
| | | <i>S. olusatrum</i> L. | Isparta | + | |
| 13 | <i>Smyrnium</i> L. | <i>S. connatum</i> Boiss. & Kotschy | Isparta | - | 6 |
| | | | Burdur | + | |
| | | <i>B. paucifolium</i> DC. var. <i>paucifolium</i> | Isparta | + | |
| | | | Van | + | |
| 14 | <i>Bunium</i> L. | <i>B. microcarpum</i> (Boiss.) Freyn | Isparta | - | 13 |
| | | <i>B. microcarpum</i> subsp. <i>microcarpum</i> | | | |
| | | <i>B. microcarpum</i> subsp. <i>bourgaei</i> (Boiss.) Hedge & Lamond | Erzurum | - | |
| | | <i>B. ferulaceum</i> Sm. | Burdur | - | |
| | | <i>B. pestalozzae</i> Boiss. | Isparta | + | |
| 15 | <i>Carum</i> L. | <i>C. carvi</i> L. | Van | - | 3 |
| 16 | <i>Huetia</i> Boiss. | <i>H. cynapioides</i> (Guss.) P.W. Ball subsp. <i>macrocarpa</i> (Boiss. & Spruner) P.W. Ball | Isparta | + | 1 |
| 17 | <i>Chamaescidium</i> C.A. Mey. | <i>C. acaule</i> (Bieb.) Boiss. | | - | 1 |
| | | <i>P. anisum</i> L. | Burdur | + | |
| | | <i>P. cretica</i> Poiret var. <i>arabica</i> (Boiss.) Boiss. | | - | |
| | | <i>P. peregrina</i> L. | Burdur | + | |
| | | | Isparta | + | |
| | | <i>P. cappadocica</i> Boiss. & Bal. var. <i>cappadocica</i> | Isparta | + | |
| 18 | <i>Pimpinella</i> L. | <i>P. corymbosa</i> Boiss. | Erzurum | - | 33 |
| | | | Van | + | |
| | | <i>P. oliveroides</i> Boiss. & Hausskn. | Burdur | + | |
| | | | Isparta | + | |
| | | <i>Pimpinella anthriscoides</i> Boiss. var. <i>anthriscoides</i> | Isparta | + | |
| | | <i>P. peucedanifolia</i> Fischer ex Ledeb. | Van | - | |
| 19 | <i>Aegopodium</i> L. | <i>A. podagraria</i> L. | | - | 1 |
| 20 | <i>Seseli</i> L. | <i>S. gummiferum</i> Pallas ex Smith subsp. <i>corymbosum</i> (Boiss. & Heldr.) Davis | Isparta | - | 9 |
| | | <i>S. peucedanoides</i> (Bieb.) Koso-Pol. | Isparta | + | |
| 21 | <i>Oenanthe</i> L. | <i>Oe. aquatica</i> (L.) Poiret in Lam. | Burdur | + | 5 |
| | | | Isparta | - | |
| | | | Burdur | + | |
| 22 | <i>Foeniculum</i> Mill. | <i>F. vulgare</i> Mill. | Isparta | + | 13 |
| | | | Antalya | + | |
| 23 | <i>Anethum</i> L. | <i>A. graveolens</i> L. | Burdur | + | 9 |
| | | | Isparta | + | |
| 24 | <i>Kundmannia</i> Scop. | <i>K. syriaca</i> Boiss. | Burdur | + | 23 |
| | | | Isparta | + | |
| 25 | <i>Conium</i> L. | <i>C. maculatum</i> L. | Ağrı | + | 2 |
| 26 | <i>Lecokia</i> DC. | <i>L. cretica</i> (Lam.) DC. | Van | - | 5 |
| | | | Isparta | + | |

Çizelge 1. GUL Herbariyumu'ndaki Apiaceae (Umbelliferae) familyasına ait taksonların sayısal analizi (devam)

| No: | Cins Adı | Taksonlar | Toplandığı İl | Yeni Kare Kaydı | Örnek Sayısı |
|-----|------------------------------------|--|---------------|-----------------|--------------|
| 27 | <i>Prangos</i> Lindl. | <i>P. pabularia</i> Lindl. | Van | + | 9 |
| | | <i>P. meliocarpoides</i> Boiss. var. <i>meliocarpoides</i> | Burdur | - | |
| | | <i>P. corymbosa</i> Boiss. | Isparta | + | |
| | | <i>P. platychaena</i> Boiss. ex Tchihat. | Isparta | + | |
| | | <i>P. uechtritzi</i> Boiss. & Hausskn. | Isparta | + | |
| 28 | <i>Ekimia</i> H.Duman & M.F.Watson | <i>E. bornmuelleri</i> (Hub.-Mor. & Reese) H.Duman & M.F.Watson | Burdur | - | 4 |
| | | <i>B. rotundifolium</i> L. | Burdur | + | |
| | | | Isparta | + | |
| | | <i>B. croceum</i> Fenzl | Burdur | - | |
| | | | Isparta | + | |
| | | <i>B. heldreichii</i> Boiss. & Bal. | Isparta | - | |
| | | <i>B. odontites</i> L. | Isparta | - | |
| 29 | <i>Bupleurum</i> L. | <i>B. anatolicum</i> Hub.-Mor. & Reese | Antalya | + | 45 |
| | | <i>B. subuniflorum</i> Boiss. & Heldr. | Antalya | - | |
| | | | Isparta | + | |
| | | <i>B. commutatum</i> Boiss. & Bal. | Isparta | + | |
| | | <i>B. falcatum</i> L. subsp. <i>polyphyllum</i> (Ledeb.) Wolff | Isparta | + | |
| | | <i>B. falcatum</i> L. <i>B. falcatum</i> L. subsp. <i>cernuum</i> (Ten.) Arc. | Van | - | |
| | | <i>B. falcatum</i> L. subsp. <i>persicum</i> (Boiss.) Koso-Pol. | Isparta | - | |
| 30 | <i>Microsciadium</i> Boiss. | <i>M. minutum</i> (d'Urv.) Briq. | | - | 1 |
| 31 | <i>Ammi</i> L. | <i>Ammi visnaga</i> (L.) Lam. | Burdur | - | 5 |
| | | | Isparta | - | |
| | | | Antalya | - | |
| 32 | <i>Falcaria</i> Fabr. | <i>F. vulgaris</i> Bernh. | Burdur | + | 14 |
| | | | Isparta | - | |
| 33 | <i>Cnidium</i> Cussont ex Juss. | <i>C. silaifolium</i> (Jacq.) Simonkai subsp. <i>orientale</i> (Boiss.) Tutin | Isparta | + | 12 |
| 34 | <i>Ligusticum</i> L. | <i>L. alatum</i> (Bieb.) Sprengel | Burdur | + | 4 |
| | | <i>J. silenoides</i> Boiss. & Bal. | Isparta | + | |
| | | <i>J. dichotoma</i> DC. subsp. <i>dichotoma</i> | Isparta | + | |
| | | <i>J. dichotoma</i> DC. <i>J. dichotoma</i> DC. subsp. <i>sintensisii</i> Bornm. | Isparta | - | |
| 35 | <i>Johrenia</i> DC. | <i>J. dichotoma</i> DC. subsp. <i>sintensisii</i> Bornm. | Burdur | + | 33 |
| | | | Isparta | + | |
| | | <i>J. tortuosa</i> (Fisch. & Mey.) Chamberlain | Isparta | + | |
| | | | Burdur | + | |
| | | <i>J. polyscias</i> Bornm. | Isparta | + | |
| 36 | <i>Cymbocarpum</i> DC. | <i>C. erythraeum</i> (DC.) Boiss. | Erzurum | - | 8 |
| | | | Van | - | |
| 37 | <i>Ferula</i> L. | <i>F. orientalis</i> L. | Van | + | 4 |
| | | <i>F. rigidula</i> DC. | Van | - | |
| | | <i>F. pauciradiata</i> Boiss. & Heldr. | Isparta | + | |
| | | <i>F. cassia</i> Boiss. | Isparta | + | |
| 38 | <i>Ferulago</i> Koch | <i>F. sylvatica</i> (Besser) Reichb. | Isparta | + | 13 |
| | | <i>F. pachyloba</i> (Fenzl) Boiss. | Burdur | + | |
| | | <i>F. trachycarpa</i> Boiss. | | - | |
| | | | Isparta | + | |
| | | <i>O. chironium</i> (L.) W. Koch | Burdur | + | |
| 39 | <i>Opopanax</i> W.D.J.Koch | <i>O. hispidus</i> (Friv.) Gris. | Isparta | - | 29 |
| | | | Burdur | - | |
| 40 | <i>Peucedanum</i> L. | <i>P. chryseum</i> (Boiss. & Heldr.) Chamberlain | Isparta | - | 3 |
| 41 | <i>Pastinaca</i> L. | <i>P. sativa</i> L. subsp. <i>urens</i> (Req. ex Godron) Celak. | Isparta | + | 9 |
| | | | Bayburt | - | |
| 42 | <i>Malabaila</i> Hoffm. | <i>M. dasyantha</i> (C. Koch) Grossh. | Isparta | + | 14 |
| | | | Burdur | + | |
| | | <i>M. secacul</i> Banks & Sol. | Burdur | - | |
| | | | Isparta | + | |
| 43 | <i>Heracleum</i> L. | <i>H. sphondylium</i> L. subsp. <i>ternatum</i> (Velen.) Brummitt | Isparta | + | 9 |
| | | <i>H. platytaenium</i> Boiss. | Isparta | + | |
| | | <i>H. antasiaticum</i> Manden. | Isparta | + | |
| | | <i>H. pastinacifolium</i> C. Koch | Van | - | |
| | | | Isparta | + | |

Çizelge 1. GUL Herbariyumu'ndaki Apiaceae (Umbelliferae) familyasına ait taksonların sayısal analizi (devam)

| No: | Cins Adı | Taksonlar | Toplandığı İl | Yeni Kare Kaydı | Örnek Sayısı |
|--------|--|---|---------------|-----------------|--------------|
| 44 | <i>Tordylium</i> L. | <i>T. apulum</i> L. | Isparta | + | 7 |
| | | <i>T. macropetalum</i> Boiss. | Isparta | + | |
| | | <i>T. hasselquistiae</i> DC. | Isparta | + | |
| | | <i>T. aegaeum</i> Runem. | Burdur | + | |
| 45 | <i>Glaucosciadium</i> B.L. Burt & P.H. Davis | <i>G. cordifolium</i> (Boiss.) Burt & Davis | Isparta | - | 8 |
| | | | Isparta | + | |
| 46 | <i>Laserpitium</i> L. | <i>L. hispidum</i> Bieb. | | - | 1 |
| | | <i>T. nodosa</i> (L.) Gaertner | | - | |
| 47 | <i>Torilis</i> Adans | <i>T. arvensis</i> (Huds.) Link subsp. <i>arvensis</i> | Burdur | + | 35 |
| | | <i>T. arvensis</i> (Huds.) Link subsp. <i>neglecta</i> (Sprengel) Thellung | Burdur | + | |
| | | <i>T. arvensis</i> (Huds.) Link subsp. <i>elongata</i> (Hoffmanns. & Link) Cannon | Isparta | + | |
| | | <i>T. japonica</i> (Houtt.) DC. | Isparta | + | |
| | | <i>T. leptophylla</i> (L.) Reichb. | Burdur | + | |
| | | <i>T. tenella</i> (Delile) Reichb. | Isparta | + | |
| 48 | <i>Astrodaucus</i> Drude | <i>A. orientalis</i> (L.) Drude | Van | + | 2 |
| 49 | <i>Turgeniopsis</i> Boiss. | <i>T. foeniculacea</i> (Fenzl) Boiss. | | - | 1 |
| 50 | <i>Caucalis</i> L. | <i>C. platycarpus</i> L. | Burdur | + | 10 |
| | | | Isparta | + | |
| 51 | <i>Turgenia</i> Hoffm. | <i>T. latifolia</i> (L.) Hoffm. | Van | + | 8 |
| | | | Isparta | + | |
| 52 | <i>Lisaea</i> Boiss. | <i>L. papyracea</i> Boiss. | Isparta | + | 2 |
| | | | Burdur | + | |
| 53 | <i>Daucus</i> L. | <i>D. broteri</i> Ten. | Isparta | + | 41 |
| | | | Burdur | - | |
| | | | Isparta | + | |
| | | | Kırıkkale | + | |
| 54 | <i>Artemisia</i> L. | <i>A. squamata</i> L. | Burdur | + | 6 |
| | | | Isparta | + | |
| Toplam | 54 | 134 | | 129 | 624 |

Çizelge 2. Apiaceae/Umbelliferae) familyasına ait Türkiye florasında yer alan taksonlar ile GUL herbariyumu'nda bulunan taksonların sayısal olarak karşılaştırılması.

| Özellikler | GUL Herbariyumu/ | Türkiye Florası | Oranı (%) |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------|
| Cins Sayısı | 54 | 99 | 54.54 |
| Takson Sayısı | 134 | 489 | 27.40 |
| Endemik Takson Sayısı | 20 | 159 | 12.57 |

Çizelge 3. GUL Herbariyumun'daki Apiaceae familyasının endemik taksonları ve IUCN'e göre tehlike kategorileri (Ekim ve ark., 2000'den yararlanarak).

| No: | Takson | Tehlike Kategorisi |
|-----|---|--------------------|
| 1. | <i>Astrantia maxima</i> Pallas subsp. <i>haradjianii</i> (Grintz.) Rech. | NT |
| 2. | <i>Bupleurum anatolicum</i> Hub.-Mor. & Reese | NT |
| 3. | <i>Bupleurum heldreichii</i> Boiss. & Bal. | LC |
| 4. | <i>Bupleurum subuniflorum</i> Boiss. & Heldr. | NT |
| 5. | <i>Chaerophyllum leucolaenum</i> Boiss. | VU |
| 6. | <i>Echinophora trichophylla</i> J.E.Smith | CD |
| 7. | <i>Ekimia bornmuelleri</i> (Hub.-Mor. & Reese) H.Duman & M.F.Watson | VU |
| 8. | <i>Eryngium palmito</i> Boiss. & Heldr. | VU |
| 9. | <i>Eryngium thoriifolium</i> Boiss. | CD |
| 10. | <i>Ferulago pachyloba</i> (Fenzl) Boiss. | VU |
| 11. | <i>Ferulago pauciradiata</i> Boiss. & Heldr. | LC |
| 12. | <i>Heracleum crenatifolium</i> Boiss. | NT |
| 13. | <i>Heracleum platytaenium</i> Boiss. | LC |
| 14. | <i>Johrenia berytea</i> Boiss. & Hausskn. | NT |
| 15. | <i>Johrenia dichotoma</i> DC. subsp. <i>sintenisii</i> Bornm. | EN |
| 16. | <i>Johrenia polyscias</i> Bornm. | CR |
| 17. | <i>Johrenia silenoides</i> Boiss. & Bal. | NT |
| 18. | <i>Seseli gummiferum</i> Pallas ex Smith subsp. <i>corymbosum</i> (Boiss. & Heldr.) Davis | CD |
| 19. | <i>Tordylium macropetalum</i> Boiss. | VU |
| 20. | <i>Prangos uechtrizii</i> Boiss. & Hausskn. | LC |

4. Tartışma ve Sonuç

Bugüne kadar Apiaceae familyasının sistematik (Yıldırım, 1997; Özhatay ve ark., 2009) ve ekonomik özellikleri (Özçelik, 1989; Öztürk ve Özçelik, 1991; Özçelik, 1994; Özçelik ve ark., 2016) üzerine çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bazı çalışmalar ise Türkiye bitkileri veya bitkiler hakkında genel bilgiler vermektedir (Regel, 1963; Karamanoğlu, 1976; Erik ve Tarıkahya, 2004; Torlak ve ark., 2010). Bunların genel durumundan taksonların yayılış alanları büyük ölçüde ortaya çıkarılmıştır (Kutluk ve Aytuğ, 2004). 'Bitki Adlarının Yazarları' kitabı (Brummitt ve Powele, 1992) önemli bir kaynaktır. Son zamanlarda Türkiye Florasını yeniden yazma gayretleri içerisinde girilmiştir. Bunun ilk basamağını Türkiye Bitkileri isimli bir eser (Güner, 2012) oluşturmaktadır. Bu eserde (Güner, 2012) takson isimleri ve otorleri az ya da çok değişikliğe uğramıştır. Bu nedenle makalemizde geçen bazı taksonların adlarında ve otorlerinde Flora of Turkey adlı eserden (Davis, 1972) bazı farklılıklar bulunmaktadır.

Sistematik özelliklerine bakıldığında; Apiaceae (Umbelliferae) familyasının sınıflandırılmasında taban yaprakları, çiçek ve meyve karakterleri kullanılmaktadır. Flora of Turkey'e (Davis, 1972) göre; dikotiller içinde özellikle Apiaceae (Umbelliferae) familyası cinslerinde sistematik problemler görülmektedir. Örneklerin sınıflandırılmasında kullanılan kısımları olmadan toplandığında yanlış teşhis edilme ihtimali yüksektir. İdeal teşhis örneğinde taban yaprağı, çiçek, meyve ve tohumun birlikte bulunması gerekmekte, ancak farklı çiçeklenme ve tohum gitme dönemleri olmasından dolayı bu familya üyeleri için çiçeklenme ve tohum dönüştürme dönemleri için ayrı ayrı arazi çalışması yapıp, örnek alınmasını şart koşmaktadır. Bu durum familyanın belki de en büyük sıkıntısı olup, sistematik araştırmacıları zorlamaktadır.

Türkiye bitkileri dikkate alındığında sanal herbariyumdan Apiaceae familyasını tanıtan ve en çok Türkiye örneği taşıyan herbariyumun GUL herbariyumu olduğu görülebilir. Herbariyumun zenginliğinde Akdeniz bölgesinde bulunması çeşitliliği artırmaktadır.

Sistematik açıdan önemli problemlere haiz olan bu familyanın GUL Herbariyumundan fotoğraflarının ve herbariyum örneklerini yayınlanması konuya ilgi duyanlara önemli bir hizmettir. Hazırlanmakta olan Resimli Türkiye Florası adlı esere bir katkıdır. Taksonomik çalışma yapanlara düzenli ve zengin bir koleksiyondur.

Daha önce Ranunculaceae familyası revize edilip sanal herbariyumdan yayınlanmıştı (Korkmaztürk, 2011). Aynı metodla Apiaceae familyası da incelenip sanal herbariyuma kaydedilmiştir.

GUL Herbariyumu'nda bulunan Apiaceae (Umbelliferae) familyasına ait 650 civarında örneğin incelenmesinde 54 cinse ait 127 tür, 19 alttür ve 6 varyete olmak üzere toplam 134 takson tespit edilmiştir. Bunlardan 20'i Türkiye için endemiktir.

GUL' deki Apiaceae (Umbelliferae) familyasının tür zenginliği yönünden en zengin cinsleri, *Bupleurum* (8 tür), *Pimpinella* (8 tür), *Eryngium* (7 tür), *Scandix* (6 tür); takson zenginliği yönünden en zengin cinsler, *Bupleurum* (11 takson), *Pimpinella* (8 takson), *Torilis* (8 takson), *Eryngium* (7 takson) olarak belirlenmiştir.

Buna göre; GUL Herbariyumu'ndaki Apiaceae (Umbelliferae) familyası içindeki en çok takson içeren cins 49 taksonla *Bupleurum* olup; bunu 28 taksonla *Pimpinella* ve *Ferulago*, 22 taksonla *Heracleum* ve 21 taksonla *Eryngium* cinsleri takip etmektedir.

Yapılan incelemeler sonucunda Apiaceae (Umbelliferae) familyasına ait 60 taksonun Türkiye'deki çeşitli kareler için yeni kayıtları aşağıda listelenmiştir:

A1 Karesi için: *Heracleum pastinacifolium*, *Laserpitium hispidum*, *Turgeniopsis foeniculacea*, *Daucus broteri* olmak üzere 4 takson,

B4 Karesi için: *Daucus littoralis* olmak üzere 1 takson,

B9 Karesi için: *Anthriscus sylvestris*, *Coriandrum sativum*, *C. tordylium*, *Pimpinella corymbosa*, *Conium maculatum*, *Torilis arvensis* subsp. *elongata*, *T. leptophylla*, *Caucalis platycarpus* olmak üzere 8 takson,

C3 Karesi için: *Actinolema eryngioides*, *Eryngium billardieri*, *Echinophora orientalis*, *Chaerophyllum byzantinum*, *C. lucicolaenum*, *Anthriscus lamprocarpa*, *Bunium paucifolium* var. *paucifolium*, *Bunium pestalozzae*, *Pimpinella anisum*, *P. cappadocica* var. *cappadocica*, *P. oliveroides*, *P. anthriscoides* var. *anthriscoides*, *Seseli peucedanoides*, *Foeniculum vulgare*, *Anethum graveolens*, *Kundmannia syriaca*, *Lecokia cretica*, *Prangos corymbosa*, *P. platychlaena*, *P. uechtrizii*, *Bupleurum rotundifolium*, *B. anatolicum*, *B. commutatum*, *B. falcatum*, *Ligusticum alatum*, *Johrenia porteri*, *J. dichotoma* subsp. *sintenisii*, *J. polyscias*, *J. berytea*, *Ferulago pauciradiata*, *F. cassia*, *F. sylvatica*, *Ferulago pachyloba*, *Opopanax chironium*, *Pastinaca sativa* subsp. *urens*, *Malabaila dasyantha*, *Heracleum sphondylium* subsp. *ternatum*, *H. Antasiaticum*, *Tordylium macropetalum*, *T. hasselquistiae*, *Torilis arvensis* subsp. *elongata*, *T. japonica*, *T. tenella*, *Daucus involucratus*, *Scandix iberica*, *Fuernrohria setifolia*, *Echinophora tenuifolia* subsp. *sibthorpiana*, *E. tournefortii*, *Astradaucus orientalis* olmak üzere 51 takson olmak üzere toplam 64 takson belirtilen kareler için yeni kayıttır.

Türkiye'de 'Gerdeme' adıyla bilinen *Berula erecta* familyanın en yaygın taksonudur. *Cicuta virosa* Kars-Erzurum taraflarında yaygın olarak görülür. Buna karşılık *Daucus carota* tüm dünyada yetiştirilen ve Türkiye'de yabancı formları bulunan bir türdür. *Daucus broteri* ise buna yakın akraba bir türdür ve *D. littoralis* Akdeniz kökenlidirler.

Cymbocarpum erythraeum Türkiye'den ilk kez 1. yazar tarafından Tendürek dağından (Van-Ağrı) toplanmış, ancak teşhis edilememiş, I. Hedge'ye teşhis için 1989 yılında gönderilmiş, gelen cevapta; 10. ciltte yer alacağı belirtilmişti. İran-Turan fitocoğrafya bölgesinin karakteristik türlerindedir. En fazla rezervinin Keşiş dağında (Erzincan) olduğu tarafımızdan kaydedilmiş ve uçucu yağının ekonomik önemi orta çıkarılmıştır (Avcı ve ark., 2014). *Foeniculum vulgare* Istanca, Çatalca, Kocaeli, Güney Marmara, Karadeniz, Ege bölgesi, Adana, Isparta tarafında yabancı olmakla beraber, aynı zamanda kültürü yapılan, çeşitliliği, ekonomik değeri fazla bir türdür (Güner, 2012).

Aethusa cynapium, *Eryngium giganteum*, *E. maritimum*, *Falcaria falcarioides*, *Lacer trilobum*, *Torilis nodosa*, *Microsciadium minutum*, *Peucedanum aegopodioides* ile *Torylium*, *Trinia*, *Zosima Oliveria*, *Sium*, *Orlaya*, *Sison* cinslerine ait herbariyumda bulunan ancak işlemleri tamamlanmamış örnekler bulunmaktadır. Bu örneklerin toplandığı bilinmekle beraber herbariyum kayıtları yoktur. GUL herbariyumunun gün geçtikçe materyali zenginleşecek ve önemi daha da artacaktır.

Taksonların çoğunda teşhis problemi vardır. Bu problem cins, tür, türaltı kategorilerde olabilir. Bu nedenle Flora of Turkey'de (Davis, 1972) hem dikotom, hem de çok girişli anahtarlar yapılmıştır. En basit olarak tanıdığımızı sandığımız kültür bitkilerinden rezene (*Foeniculum vulgare*) dereotu (*Anethum graveolens*) ile sistematik olarak karışmaktadır. Her iki türün de kültürü yapılan, doğal olan popülasyonları/bireyleri bulunmaktadır. Ayrıca tek yıllık, çok yıllık, uzun boylu, kısa boylu, sık yapraklı, seyrek yapraklı gibi formları da vardır. Böyle grupların daha detaylı çalışmalarda özel sistematik durumu ortaya çıkarılabilir. Daha sonraki çalışmalarda bu konulara eğilmeyi düşünüyoruz. Önümüzdeki yıllarda virüs salgını sebebiyle tıbbi ve aromatik bitkiler; uçucu yağlar ve bitki özütleri

üzerine çalışmaların artacağı tahmin edilmektedir. Bu çalışmaların ilk basamağı bitkilerin yetiştiği yerler, ilgili türün popülasyon büyüklüğü, bilimsel teşhisi gibi konular olacaktır. Bu çalışma, ekonomik amaçlı çalışmalar için Apiaceae familyasının önemli bir temel çalışması olarak görülebilir.

Teşekkür

İlgi ve katkılarından dolayı Prof. Dr. Tahsin Karadoğan, Prof. Dr. Hasan Baydar, Dr. Öğr. Üyesi Arif Şanlı'ya; ayrıca makalede bitkileri incelenen tüm araştırmacılara;

Arazi gezilerinde yardımcı olan Muradiye ilçesinden Faruk Adıgüzel ve ailesine, Erciş ilçesinden Mehmet Sait İnan(merhum) ve ailesine, Taşkapı(Şor) mahallesinden Ferzende Koçaklı'ya ve ailesine, Bahçesaray ilçesinden Kerem ve Muğdat Sallık ile ailesine, Çatbayır mahallesinden Mehmet Tağyi ve ailesine;

Finansal ve bürokratik desteklerinden dolayı Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Rektörlüğü, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığı'na (4300-YL1-15 no.lu proje), TÜBİTAK Başkanlığı'na (113O284 no.lu proje) ve Özel İdare 001 no.lu proje ile destek sağlayan Siirt Valiliği'ne teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Anonim. (2019). GUL Herbariyumu: GUL Herbariyumunda bulunan familyalar. <http://fef.sdu.edu.tr/gulherbariyumu/tr/iz-birakanlar.html> Erişim Tarihi: 23.02.2020.
- Avcı, A.B., Korkmaz, M., & Özçelik, H. (2014). Essential Oil Composition of *Cymbocarpum erythraeum* (DC.) Boiss. from Turkey, *Nat. Prod. Res.* 28,9, 636-640.
- Brummitt, R.K., & Powele, C.F. (1992). *Authors of Plant Names*, Royal Botanic Garden, ISBN: 0 947643 44 3.
- Çolak, A.H., & Donner, J. (2007). *Türkiye Bitkileri Yayılış Haritaları*, Lazer Ofset Matbaa, İstanbul.
- Davis, P.H. (1972). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 4. Edinburgh University Press., 265- 537.
- Davis, P.H., Mill, R.R., & Tan, K. (eds.) (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, 10 (Suplement I), Edinburgh University Press.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Vural M., Duman H., Aytaç, Z., & Adıgüzel, N. (2000). *Türkiye Bitkileri Kırmızı Kitabı (Eğrelti ve Tohumlu Bitkiler)*. Türkiye Tabiatını Koruma Derneği ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Barışcan Ofset, Ankara, 246 s.
- Ekim, T. (2009). Türkiye'nin Nadir Endemikleri, Türkiye İş Bankası Kültür yayınları, İstanbul, 537 s.
- Erik, S., & Tarıkahya, B. (2004). Türkiye florası üzerine. Kebikeç İnsan Bilimleri için Kaynak Araştırmaları Dergisi, Alp Matbaası, Ankara, 17, 139-163.
- Güner A., Özhatay N., Ekim, T., & Başer, K.H.C. (2000). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 11 (Supplement 2). Edinburgh University Press. 656 s.
- Güner, A. (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), ANG Vakfı, Nezehat Gökyiğit Botanik Bahçesi yayımlar/flora dizisi 1., ISBN: 978-605-60425-7-7, NAMAŞ Nurtan Ambalaj ve Matbaacılık San. Ve Tic. A.Ş., Yenibosna, İstanbul.
- Karamanoğlu, K. (1976). *Türkiye Bitkileri*. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, 1277s, Ankara.
- Korkmaztürk, M. (2011). *GUL Herbariyumu'ndaki Ranunculaceae familyasının revizyonu ve veri tabanının hazırlanması*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 209s, Isparta.
- Kutluk, H., & Aytuğ, B. (2004). *Plants of Turkey* (Grid by Grid), Eskişehir, Turkey.
- Özçelik, H. (1989). Van ve yöresinde süt mamüllerinin hazırlanmasında yararlanılan bitkilerin kullanılışları üzerine bir araştırma, *Tübitak, Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Derg.*, 13, 2, 356-360.
- Öztürk, M., & Özçelik, H. (1991). *Doğu Anadolu'nun Faydalı Bitkileri(Useful Plants of East Anatolia)*, SİSKAV Vakfı(Siirt), Semih Ofset ve Matb., Ankara.
- Özçelik, H. (1994). Notes on the Economic Plants (on the Herbal Cheese from East Anatolia-Turkey), *Economic Botany*, 48, 2, 214-217.

- Özçelik, H., Çinbilgel, İ., Muca, B., Tavuç, İ., Koca, A., & Bebekli, Ö. (2016). *Burdur İlinin Bitki Envanteri (Ekonomik, Nadir ve Endemik Bitkileri)*, Burdur Belediyesi Kültür Yay., Sistem Ofset ve Matb., Ankara, ISBN: 978-605-66372-0-9.
- Özdeniz, E., & Kurt, L. (2011). Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Herbariyumu'ndaki (ANK) *Iridaceae* Familyasının Revizyonu ve Veri Tabanının Hazırlanması.12 (2), 161-181.
- Özhatay, N., Akalın, E., Özhatay, E., & Ünlü, S. (2009). Rare and Endemic Taxa of Apiaceae in Turkey and Their Conservation Singificance. İstanbul Ecz. Fak. Mec., 40, 10- 15.
- Öztürk, B., & Ege, M.A. (2014). Türkiye'nin ilk sanal herbariyumu IZEF örneği ve sanal herbariyumların bitkisel ilaç hammaddesi araştırmaları açısından önemi. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 18, 79-84. İzmir.
- Sarıoğlu, M., & Duman, H. (2010). *Ferula brevipedicellata* and *F. duranii* (Apiaceae), Two New Species from Anatolia, Turkey. *Annales Botanici Hennici*, 47 (4), 293- 300.
- Torlak, H., Vural, M., & Aytaç, Z. (2010). *Türkiye'nin Endemik Bitkileri*, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Döner Sermaye İşletmesi Merkez Müdürlüğü, Pelin Ofset, Ankara, 221 s.
- Uma, M.M., & Düzenli, A. (2012). Bitki toplama, teşhis ve herbariyum teknikleri. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(3), 154- 155.
- Yıldırım, Ş. (1997). The chorology of the Turkish species of Apiaceae family. *Ot Sist. Bot. Derg.* 4(2), 105-128.



YuzuncuYil University Journal of Agricultural Science

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Araştırma Makalesi (Research Article)

The Strategic Participation of Young People in Shrimp Farming Value Chain in Nigeria

Felix Odemero ACHOJA*¹, Theophilus Miebi GBIGBI², Eguono Aramide IKPOZA³, Janet Ebidenere DENGHAN⁴

^{1,2,3,4}Delta state University, Faculty of Agriculture, Dept. of Agr.Economics and Extension, Asaba, Nigeria.

¹<https://orcid.org/0000-0002-9705-4923> ²<https://orcid.org/0000-0002-1335-7231> ³<https://orcid.org/0000-0002-7633-7289>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-6117-3453>

*Corresponding author e-mail: lixmero40@yahoo.com

Article Info

Received: 18.12.2019

Accepted: 02.03.2020

Online Published 31.03.2020

DOI:10.29133/yyutbd.661848

Keywords

Aged labour population,
Captured- shrimp value chain,
Financial performance,
Youth inclusion rate.

Abstract: This study investigates aged operators' willingness to quit operations and youths' inclusion in shrimp value chain. Primary data were obtained using structured questionnaire from randomly selected 120 shrimp operators. Descriptive and inferential statistical tools were used to analyze collected data. Demographic result suggests that majority (82.50%) of the operators were female and (52.50%) acquired secondary education. The finding shows that aged people (70.83%) dominated shrimp value chain with 29.17% inclusion rate for young actors. Result of hypothesis testing shows that the average income realized by youths is significantly higher than the net income realized aged. About 48% of the aged operators indicated willingness to quit shrimp harvesting in the future due to the drudgery involved. Incentives such as grants, loans and aquaculture – specific education should be given to the youth to encourage more participation. Youths should form important component of government policy and programmes for the development of shrimp industry in Nigeria.

Nijerya'da Gençlerin Karides Yetiştiriciliği Değer Zincirine Stratejik Katılımı

Makale Bilgileri

Geliş: 18.12.2019

Kabul: 02.03.2020

Online Yayınlanma 31.03.2020

DOI:10.29133/yyutbd.661848

Anahtar kelimeler

Yaşlı emek nüfusu,
Ele geçirilmiş karides değer zinciri,
Finansal performans,
Gençlerin katılım oranı.

Öz: Bu çalışma yaşlı yetiştiricilerin yetiştiriciliği bırakma istekliliğini ve gençlerin karides değer zincirine dahil olmalarını araştırmaktadır. Birincil veriler, rastgele seçilen 120 karides yetiştiricisinden yapılandırılmış anket kullanılarak elde edilmiştir. Toplanan verileri analiz etmek için tanımlayıcı ve çıkarımsal istatistiksel araçlar kullanılmıştır. Demografik sonuç, işletmecilerin çoğunluğunun (% 82.50) kadın ve (% 52.50) ortaöğretim derecesine sahip olduğunu göstermektedir. Dahil olma oranında yaşlıların (% 70.83) gençlere (% 29.17) göre karides değer zincirine egemen olduğunu göstermektedir. Hipotez testlerinin sonucu, gençler tarafından gerçekleştirilen ortalama gelirin, yaşlıların gerçekleştiren net gelirden önemli ölçüde daha yüksek olduğunu göstermektedir. Yaşlı yetiştiricilerin yaklaşık % 48'i, söz konusu ağır iş yükü nedeniyle gelecekte karides yetiştiriciliğini bırakma istekliliğini belirtmiştir. Daha fazla katılımı teşvik etmek için gençlere hibe, kredi ve su ürünleri yetiştiriciliğine özel eğitim gibi teşvikler verilmelidir. Gençler, Nijerya'da karides endüstrisinin gelişimi için hükümet politikası ve programlarının önemli bir bileşenini oluşturmalarıdır.

1. Introduction

Shrimp (*Penaeus notialis*) is of the sub-phylum of crustaceans (Lawal-Are and Akinjogunla, 2012). It is a sea food which is proteinous. It is popularly consumed in Nigeria without cultural barrier. Shrimp is one of the trending agricultural export products of Nigeria. Over the past one and half decades, the international trade value of Nigeria shrimp stood at US\$12 billion (Bene and Heck,

2005). At present there, shrimping activities are expected to increase in the industry so as to generate more revenue.



Figure 1. Shrimp (*Penaeus notialis*) (Adapted from Anyanwu, et al., 2011).

The beginning of shrimping could be traced to China. About 3 decades ago, China was the major supplier of shrimp (Essay UK, 2018). At present, Thailand has been reported as the major producer of shrimp. It has over-taken China. Asia is presently regarded as the leading supplier in world shrimp market (Essay UK, 2018). Globally, the aquaculture sub-sector has grown in recent years, although there is still need to exploit its potential to the fullest. To satisfy the ever growing demand for shrimps. Achoja, (2019) has made efforts to examine the developing shrimp market in Nigeria. He independently studied shrimp market chain and shrimp value chain respectively as catalyst of economic growth in Nigeria.

An estimated population of Nigeria is over 198 million (Daily Post, 2018) with 3.2% as the annual growth rate. However, few operators between 8.23 to 18.27 million operators are engaged in shrimp business (Anyanwu, et al., 2011). The socio-economic attributes of the relevant actors especially age classifications, is important to the growth of shrimp industry in Nigeria. Therefore youths' inclusion rate in the labour force for the sector, deserves critical investigation and policy choices in Nigeria. With its sizeable mangrove and coastal areas, Nigeria has environmentally advantageous to occupy leading position in the shrimp sub-sector. Ogbonna, (2001) has earlier lamented that inactive youth participation has been responsible for the slow pace of growth of the sub-sector in Nigeria. The potential of Nigeria in the industry can further be enhanced through strategic youth inclusion. The current debates in workshops, conferences and publications on youths as potential drivers of prosperity in the shrimp industry (Achoja, et al., 2020) has generated impetus for advocacies and policy frameworks among research experts, government, development agencies, practitioners and other stakeholders for youth inclusion in the industry. Even at that, there is scarcity of information on strategies that would attract youth inclusion to the industry. Strategies such as financial benefits in shrimp business will go a long way to determine youth inclusion in the business.

Financial gain is the pull factor of every business, including shrimping. It is capable of encouraging new investors in the business (Achoja, 2013). Consequent upon this, the need to critically examine the financial gain of operators in shrimp business is reasonable. The present study reports the financial benefits of youths in shrimp business. Financial information can attract more youth inclusion and thus the progress of shrimp industry. This information is capable of sustaining the investment interest of current and potential operators in shrimp industry in the future. Furthermore, there are indications of quitting preferences of aged actors in the sector as reported in recent work (Achoja, 2019). Until this trend is addressed, the sustainability of shrimp sub-sector will be at stake. At present, strategies for attracting of youths to the shrimpsub-sector has been an understudied issue and unpopular in Nigeria. This study is an effort to significantly bridge the existing knowledge gap in this

respect. The present research was therefore designed to deepen our understanding of the aged operators' exit rate and subsequent inclusion of youth actors in the shrimp sub-sector.

The main thrust of the paper was to examine strategic youth inclusion as driver of sustainable shrimp value chain.

- i. Describe the demographic features of operators in shrimp value chain;
- ii. Ascertain the inclusion rate of youth in shrimp value chain.
- iii. Assess the financial gains of aged and young actors;
- iv. Compare the financial performance the aged and young operators.

The following hypothesis was tested in the study:

H₀₁: There is no significant difference between the financial performances of aged and young operators of shrimp business.

2. Materials and Methods

2.1. Study area, sampling methods and sample size

Delta State, Nigeria was the study area. The survey was conducted in 2018. Delta state was selected for the research due to the fact that shrimp business is a popular means of livelihood in the study area. Delta State is a mangrove swamp forest area with yearly rainfall that ranges from 2500mm to 2800mm. Artisanal shrimp business is a popular economic activity in the area. All the shrimp business operators were considered as the population of interest for the investigation. A sample frame for the study was obtained from the extension contact list of shrimp harvesters, processors and dried shrimp marketers. Systematic sampling method was used to compose the sample. The sample includes 6 communities in the study. In every selected community, 5 shrimp producers, 5 processors and 10 marketers were purposively chosen. This gave a sum of 120 respondents.

2.2. Data collection methods and analytical frameworks

Quantitative and qualitative primary data were obtained for the investigation. Structured and validated questionnaire was the instrument used for data collection. The collected data were analyzed with descriptive and inferential statistical tools.

The financial performance of operators was determined using profit equation as presented below:

$$N_i = TR - TC \quad (1)$$

where:

N_i = Net income (naira)

TR = Total revenue (naira)

TC = Total cost (total variable cost + total fixed cost)

Comparison of the level of profit earned by the young and aged actors was achieved using t-statistics presented as:

$$t = \frac{\bar{\pi}_y - \bar{\pi}_a}{\sqrt{\frac{SD_y^2}{n_y} + \frac{SD_a^2}{n_a}}} = \frac{SD_y}{\sqrt{n_y}} + \frac{SD_a}{\sqrt{n_a}} \quad (2)$$

Where: $\bar{\pi}_y$ = mean profit of young operators; $\bar{\pi}_a$ = mean profit of aged operators

SD_y = standard deviation profit of young operators; SD_a = standard deviation profit of aged operators

n_y = number of young operators; n_a = number of aged operators

3. Results

3.1. Descriptive of demographic parameters of operators

The result of demographic parameters of operators is presented in Table 1.

Table 1. Distribution of demographic parameters of operators.

| Parameter | Frequency/% | Cumulative Freq. | Mode |
|-----------------------------|-------------|------------------|-------------------------|
| Age | | | |
| Youth (18-50) | 35 (29.17) | 29.17 | |
| Aged (51 and above) | 85 (70.83) | 100.00 | Aged (51 yrs and above) |
| Gender | | | |
| Male | 21 (17.50) | 17.50 | |
| Female | 99 (82.50) | 100.00 | female |
| Marital Status | | | |
| Unmarried | 55 (45.83) | 45.83 | |
| Married | 65 (54.17) | 100.00 | married |
| Educational level | | | |
| No formal Education | 23 (19.16) | | |
| Primary | 29 (24.17) | | |
| Secondary | 63 (52.50) | | Secondary |
| Tertiary | 5 (4.17) | | |
| Operating experience | | | |
| Below 10 years | 16 (13.33) | | |
| 10 – 20 years | 48 (40.00) | | |
| Above 20 years | 56 (46.64) | | Above 20 years |
| Income level/week | | | |
| Less than 4 000 naira | 10 (13.33) | | |
| 4 000 – 8 000 naira | 62 (40.00) | | 6 000 |
| Above 10 000 naira | 48 (46.67) | | |
| Quantity traded | | | |
| Basket module | 55 (45.83) | | |
| Sack | 65 (54.17) | | Sack |

(Source: 2018 Field Data)

Figures in parenthesis are the corresponding percentage values:

Age: The result showed that majority of the operators in the shrimp value chain were within the age bracket of 51 years and above. The remaining were below 50 years.

Gender: The result of the study indicates that majority of the operators were within the female category (82.50%) while the remaining were males (17.50%). This is attributed to the fact that females have more responsibilities and ability for small-scale agricultural business compared to the male counterparts.

Marital status: The study indicates that above 54.17% of the operators were married, about (25.83%) were single and (12.50%) were divorced and 7.50% are widowed. The finding shows that the operators fall within the married category with about (54.17%). This is attributed to the fact that married people take responsibilities for family and business compared to the rest.

Educational level: The result showed that majority of the operators had acquired at least secondary education (52.50%) and the remaining were non-formal education (19.16%) primary (24.17%) tertiary (4.17%).

Operating Experience: The result shows that majority of the operators had below 10 years of experience (13.33%) while the remaining were 10-20 years (40.00%) above 20 years (46.67%)

Income Level: The result in the Table 1 indicated that majority of the operators earned 4 000-8 000 naira (40.00%) while the remaining income level are less than 4 000 (13.33%) and above 10 000 naira (46.67%) income level.

Quantity Traded: The finding indicates that majority of the actors (54.17%) measured their product in sacks while remaining (45.83%) made use of basket or module.

Table 2 presents the finding on youth inclusion rate in shrimp value chain. The finding shows that the youth inclusion rate is 29.17%, while the aged actors participation rate is 70.83%. This finding implies that young people inclusion rate is very low compared to that of aged operators. The finding implies that the youths were substantially excluded from shrimp sub-sector in Nigeria. Older people accounted for higher proportion of the work force in shrimp value chain. This result portrays a weak

work force in the sub-sector. Weak work force can only generate small and slow development of shrimp value chain.

Table 2. Young people Inclusion Rate in Shrimp Value Chain.

| Age Parameter | Frequency | Inclusion rate |
|--|-----------|----------------|
| Youth participants (18-45 years) | 35 | 29.17% |
| Aged participants (46 years and above) | 85 | 70.93% |
| Total | 120 | 100% |

3.3. Aged operators' willingness to quit shrimp value chain

Table 3. Aged operators willingness to quit shrimp value chain

| Aged operators' Preferences | Frequency | Quitting preference |
|-----------------------------|-----------|---------------------|
| Willing to quit | 41 | 48% |
| Not willing to quit | 44 | 52% |
| Total | 85 | 100% |

Table 3 presents the result of aged operators' willingness to quit shrimp value chain in the study area. About 48% (41) of the aged operators indicated interest in quitting shrimp harvesting in the wild due to the strenuous labour involved.

3.4. Profit performance of youths and aged operators

Table 4. Financial performance of aged operators

| S/No. | Operators | Total Revenue | Investment (Total cost) | Net Income | Net return/investment ratio |
|-------|-----------------|---------------|-------------------------|------------|-----------------------------|
| 1. | Input suppliers | 30 000 | 14 400 | 15 600 | 1.08 |
| 2. | Producers | ₦70 500 | 10 300 | ₦60 200 | 5.84 |
| 3. | Processors | ₦40 250 | 4 050 | ₦36 200 | 8.93 |
| 4. | Marketers | | | | |
| | Wholesalers | ₦42 300 | 23 500 | ₦18 800 | 0.80 |
| | Retailers | ₦35 700 | 16 950 | ₦18 750 | 1.11 |

Note: ₦ is the symbol for Nigerian national currency (US\$1 = ₦360).

Aged = $15\ 600 + 36\ 200 + 18\ 800 + 18\ 750 = \underline{\underline{₦149\ 350}}$

$$\frac{149\ 350}{16\ 400} = \underline{\underline{₦9\ 910.}}$$

Table 5. Financial performance of young operators

| S/No. | Operators | Total Revenue | Investment (Total cost) | Net Income | Net return/investment ratio |
|-------|------------------|---------------|-------------------------|------------|-----------------------------|
| 1. | Inputs suppliers | 37 070 | 11 570 | ₦20 520 | 1.77 |
| 2. | Producers | ₦98 070 | 10 300 | ₦73 200 | 7.86 |
| 3. | Processors | ₦56 675 | 16 600 | ₦40 075 | 2.41 |
| 4. | Marketers | | | | |
| | Wholesalers | ₦50 620 | 13 670 | ₦26 950 | 2.70 |
| | Retailers | ₦30 500 | 14 500 | ₦24 000 | 1.66 |

Note: ₦ is the symbol for Nigerian national currency (US\$1 = ₦360).

Youth = $20\ 500 + 78\ 600 + 40\ 075 + 36\ 950 + 24\ 000 - 200\ 125$

$$\frac{120\ 000}{12\ 000} = \underline{\underline{₦40\ 025}}$$

Tables 4 and 5 present the financial performance of aged and young actors in shrimp industry. The finding reveals that the aged actors realized mean income of ₦9,910 per month while the youths

in shrimp business earned a mean income of ₦40,025 per month. This finding suggests that the few youths involved in the shrimp business earned larger income than the aged actors.

3.5. Comparison of financial performance the aged and young operators

Table 5. Hypothesis Testing

| Variables | Mean N | SD | Df | t | Remark |
|--------------|--------|---------|----|-------|-------------|
| Young actors | 40 025 | 1125 70 | 35 | 94.69 | Significant |
| Aged actors | 9 910 | 85 | | | |

Table 5 shows the result of hypothesis testing of the significant difference in income of youths and aged operators in the value chain. The t-statistics (94.69) implies that the mean income earned by youths is significantly ($p < 0.01$) higher than the income of aged work force in the shrimp value chain. This result could be attributed to the fact that the youths have more physical strength and are educated.

4. Discussion and Conclusion

The main thrust of this research was to investigate how strategic young people inclusion in shrimp value chain could affect the overall financial performance of the shrimp industry.

The aged operators' decision to quit shrimp harvesting in the deep sea could be due to the strenuous labour involved. As they grow older, their productivity/man hour per day and shrimp output get reduced. This is a potential threat to the development of captured-shrimp value chain in the near future. This findings is similar to Guo, *et al* (2015) who reported a similar trend in the agricultural labour population in China. The strength and resourcefulness of youths could have enable them achieve more productivity and financial reward in shrimp value chain. The dual effects of physical strength and education must have contributed to better financial performance. This finding agrees with Omodafe, (2018) who reported that youths possess better human capital to perform better in aquaculture related business in the study area. He concluded that youths will be more productive and contribute to the development of the aquaculture industry, if they are supported. Youth participants out-performed the aged operators in terms of financial performance. Saiyut et al. (2017) had obtained similar result that aged labourforce above 50 years tend to increase technical inefficiency while labourforce of 15 – 50 increase technical efficiency in Thai agriculture. They advocated the formulation of public sector policy to encourage young people involvement in agriculture. The youth operators contributed more to the Gross Domestic Product (GDP). Also the operators channeled more money to total amount of money in circulation. This result has implications for the overall development and growth of Nigerian economy. Youths are both important agents and beneficiaries of economic growth and development. Youths should occupy important position in the government development policy and programmes for the Nigerian shrimp sub-sector. We recommend that more young people should be given incentives such as loans, grants and input subsidy to encourage their smart inclusion in shrimp value chain.

It is important to note that the results of the study are specific to the Nigerian shrimp value chain. That notwithstanding, the results can be domesticated as a template for shrimp value chain development in locations that share demographic homogeneity with Nigeria.

Acknowledgements

We hereby acknowledge all the authors whose works were incisively consulted in the course of writing this article. We give special thanks to all the field enumerators and the data analyst.

References

Achoja, F. O. (2013). Financial risk threshold determination in broiler enterprise in Delta State in Nigeria, *Agricultural Tropica ET Subtropica*, 46 (14), 111-117.

- Achoja, F.O. (2019). Analysis of financialability in shrimp value chain in Delta state, Nigeria, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 36(2),125-133.
- Achoja, F. O., Gbigbi, T. M., Ikpoza, E. A. & Denghan, J.E. (2020). Upgrading rural youths' capacity for driving shrimp-based agribusiness value chain in Nigeria. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 10(1), 47-55.
- Anyanwu, P.E. Ayinla, O.A. Ebonwu, B.I. Ayaobu-Cookey, I.K. Hamzat, M.B. Ihimekpen, A.F. Matanmi, M.A. Afolabi, E.S. Ajijo M.R. & Olaluwoye, B.L. (2011). Culture Possibilities of *Penaeus monodon* in Nigeria. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 6, 499-505.
- Bene, C. & Heck, S. (2005). Fish and Food Security in Africa. In: Fishforall; a turning point for aquaculture and fisheries in Africa. *World Fish Centre Quarterly* 28 (2 and 3), 8 – 13.
- Borisov, P., Radev, T. & Nikolov, D. (2019). Young Farmers and New Entrants in Bulgarian Agriculture – Profiling their Challenges and Needs. *Ikonomika i upravljeniaselskostatopanstvo*, 64(2), 60-71.
- Daily Post (2018). Federal Government reveals Nigeria's current population <https://dailypost.ng/2018/04/11/fg-reveals-nigerias-current-population/> (Retrieved 13th February, 2020)
- Dery, K., Grant, D. & Wilblen, S. (2006). Replacing or enhancing work and organizational studies, *Human Resource Information Systems*, Australia: The University of Sydney Nsw.
- Dublin–Green J. & Tobor, G. (1992). Fin and shellfish of conservation interest in Nigeria. Nigerian Institute for Oceanography and Marine Research, *Technical Paper*, 79.
- Essays, UK. (2018). The World Shrimp Production. Retrieved from <https://www.ukessays.com/essays/economics/the-world-shrimp-production.php?vref=1>
- Guo, G. Wen, Q &Zhu, J. (2015). The impact of Aging Agricultural labour population on farm land output: From the perspective of farmer preferences, *Mathematical problems in Engineering*, 2015 (730628), 1-7.
- Kaplinsky, R. & Morris, M. (2001). *A Handbook for Value Chain Research*. International Development Research Centre.
- Lawal-Are A.O., & Akinjogunla V. F. (2012). *Penaeus notialis* (Pink Shrimps): Length-Weight Relationships and Condition Factor in Lagos Lagoon, South West, Nigeria *Science and Technology*, 2(3), 32-40.
- Ogbonna, J.C. (2001). Reducing the impact of tropical Shrimp trawling fisheries on the living marine resources through the adoption of environmentally friendly techniques and practices in Nigeria. <http://www.fao.org/docrep/007/y2859e/y2859e00.htm>. (Retrieved 18th January, 2012).
- Omodafe, C.O. (2018). Profitability of Government Assisted Fish Farming among youths in Delta state, Nigeria, (Unpublished Msc. Dissertation) ,Department of Agricultural Economics and Extension, Delta state University, Asaba campus Nigeria.
- Saiyut, P. Bunyasiri, I. Sirisupluxana P. & Mahathnaseth I. (2017). The impact of age structure on technical efficiency in Thai Agriculture, *Kasetsart Journal of social sciences*, 38 (3)
- Smehro, (2008). A value chain Marketing system. Retrieved from <https://smehro.files.wordpress.com/2018/11/value-chain-marketing-system>.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYUJournal of AgriculturalScience)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (ResearchArticle)

The Impact of Poultry Production on Empowering of Rural Women Development

Amal Yasein MOHAMMED¹, Musa Hago ELFAKİ², Mohamed Ahamed EL HADO³
Abdalbasit Adam MARİOD^{4*}

^{1,2,3}Department of Agricultural Extension, Faculty of Agricultural Sciences, University of Gezira.

⁴Indigenous Knowledge and Heritage Center, Ghibaish College of Science and Technology, Ghibaish, Sudan.

¹<https://orcid.org/0000-0002-8633-7629> ²<https://orcid.org/0000-0003-4474-2340> ⁴<https://orcid.org/0000-0003-3237-7948>

*Corresponding author e-mail: basitimario58@gmail.com

ArticleInfo

Received: 03.11.2019

Accepted: 02.03.2020

Online Published 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.641942

Keywords

Income,

Poultry,

Rural development,

Women empowerment.

Abstract: In this study forty women were chosen from Gezira state, Sudan to study the effect of the poultry production in their development situation, the samples under study were chosen mainly from Wad Madani town and its adjacent villages. Close-ended questionnaire of 16 questions was developed, and classified to address certain issues. The findings were analyzed using SPSS revealed that, 40% of the women who raise poultry were in the age limit of 30-39 years, 60% of them their education level was secondary school or university, which indicates that the level of education was an important factor in women attitudes to adopt poultry production to increase their income and that the majority of the respondents (65%), were married, 35% of their farm size was 51-100 birds. The study revealed that 57.5% of the respondents totally depends on poultry production, and that 82.5% of 40 respondents poultry income contribute in their kid's education, 95% of 40 respondents poultry income contribute in their family essential needs, and that 92.5% of 40 respondents poultry income contribute in their family welfare. No significant relationship between the total income from poultry production and the respondent's age, their level of education, and their marital status, was found. Also no significant relationship between the total income from poultry production and the respondent's poultry contribution in their children education, in the family welfare, and its contribution in the family need was found.

Kümes Hayvanı Üretimini Kırsaldaki Kadınların Gelişimini Güçlendirmedeki Etkisi

Makale Bilgileri

Geliş: 03.11.2019

Kabul: 02.03.2020

Online Yayınlanma 31.03.2020

DOI:10.29133/yyutbd.641942

Anahtar kelimeler

Gelir,

Kümes hayvanları,

Kırsal kalkınma,

Kadının güçlendirilmesi.

Öz: Bu çalışmada, kümes hayvanı üretiminin kadınların gelişme durumundaki etkisini incelemek için, Sudan Gezira eyaletinden, Wad Madani kasabası ve bitişik köylerinden, kırk kadın seçilmiştir. 16 sorudan oluşan yakın uçlu anket geliştirilmiş ve belirli konuları ele almak için sınıflandırılmıştır. Bulgular SPSS kullanılarak analiz edilmiştir. Kümes hayvanı yetiştiren kadınların % 40'ının 30-39 yaş sınırında olduğu; % 60'ının eğitim seviyesinin ortaöğretim veya üniversite olduğu; bunun eğitim düzeyinin gelirlerini artırmak için kümes hayvanı üretimini benimseme tutumunda önemli bir faktör olduğunu; katılımcıların çoğunluğunun (% 65) evli olduğu ve çiftliklerinin % 35'inin 51-100 kümes hayvanına sahip olduğu bulunmuştur. Çalışma, katılımcıların % 57,5'inin tamamen kümes hayvanı üretimine bağlı olduğunu ve katılımcıların % 82,5'inin kanatlı geliri ile çocuklarının eğitime katkıda bulunduğunu; katılımcıların % 95'inin aile temel ihtiyaçlarına katkıda bulunduğunu ve ankete katılanlardan %92,5'nin kümes hayvanlarının geliri aile refahına katkıda bulunduğunu göstermiştir. Kanatlı hayvan üretiminden elde edilen toplam gelir ile katılımcının yaşı, eğitim

düzeyleri ve medeni durumları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Ayrıca, kümes hayvanı üretiminden elde edilen toplam gelir ile katılımcının çocuklarının eğitimine, aile refahına katkısı ve aile ihtiyacına katkısı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

1. Introduction

Women first initiated agricultural practices and demonstrated the art of science of farming. Women played a key role in the conservation of basic support system (Munmun et al., 2015). Poultry production is a popular activity among rural women in most countries. It can provide meat and eggs for the family, a small and fairly regular source of cash, manure for crop production, feathers, and items for traditional rituals and gifts for friends. Rural women in particular are responsible for half of the world's food production and produce between 60 and 80 percent of the food in most developing countries. Yet, despite their contribution to global food security, women farmers are frequently underestimated and overlooked in development strategies (FAO, 2008).

Despite their considerable involvement and contribution, women's role in livestock production has often been underestimated or, badly ignored. Livestock species, such as chicken, and poultry are more valuable. Regarding the gender divisions, usually women take care of small animals that live around the house, chicken, and men of the others, goats, buffalos, horses and cattle (Bettencourt et al. 2015). Despite the increasing awareness of the great potentials of women in development, women all over developing countries still face the age-old problems of neglect, inequality, lack of access to productive resources and dependency on men. It is sad to note that despite the level of civilization in the world, gender inequality and disparities between men and women are still prominent in many developing countries. Empowerment is a process in each woman's life but is also a process occurring over time in a society (Golmohammadi, (2018). Yavuz et al. (2018a) determined Turkish women participation rate in agriculture production activities in Northeast Anatolia, they investigated the socio economic and demographic factors which are affecting women participation in agriculture production activities. Their results showed that 31.1% of respondents are over 51 years old, 51.7% is primary school graduate, 90.3% is married and 86.39% of the women participated in agricultural production. Their results also showed that women are sufficiently participated in agricultural activities. Yavuz et al. (2018b) investigated the role of 360 Turkish rural women in Erzurum, Erzincan and Bayburt provinces in decision making and features affecting the participation to the process. Their results of the study revealed that, being aged, being married and widow, being trained related to profession, being asked their ideas in family affairs, taking part in selling what produced affect the participation to decision making positively, while non-literate bigger farm size and having all income from agriculture affect the participation negatively.

Women in Sudan represent 45% of the farmers in the irrigated sector and 57% in rain fed traditional sector, Agricultural production (farm and livestock products) with supplemental resources and substitute resources represent the available resources for the household food consumption in rural Sudan. Income generating activities along with other possible income sources (cash crops, trees products, pension, assets, remittance from migrants, and savings sources) provide household with income to afford foods (Ibnouf, 2009). Poultry rearing at household level has not much enhanced the overall household income yet plays role in contributing to sustain household economy. Besides being healthy and nutritious source of food, it somehow contributes in securing dietary needs especially of the young ones. It has made the women self-employed, more confident, socially empowered and more valued not only in their families but also in their community (Abbas and Zeeshan, 2015). The study aims to study the role of poultry raising in women empowerment, and how it provides additional income for the family, and helps in children education, and welfare of the family.

2. Materials and Methods

2.1. Research design and methodology

This study was conducted in Gezira state, Wad Madani town, and some villages around (Atra, Eleribab, Fadasi and Um sonut). The target groups in this study were all women. A sample of 40 women

was selected randomly in Wad Madani town and some village (Atra, Eleribab, Fadasi and Um sonut) round it in Gezira state. Home visits were used as research method. Close-ended questionnaire of 16 questions was developed, and classified to address certain issues. Four questions address the personal characteristic like name, age, level of education, and marital status. One question addresses the source of family income, one for number of family children, question for kind of poultry whether for meat or egg production and one for size of the farm. The questionnaire was pilot tested before dissemination to the women. The findings were analyzed statistically.

2.2. Statistical analysis

Data were coded to feed to computer and were analyzed by statistical package for social science (SPSS) for calculation for frequency distribution and simple descriptive statistics and Chi-square test were used to determine some factors affecting.

3. Results and Discussion

3.1. Description of women by personal characteristic and situation

The purpose of this part is to describe the women in terms of the following characteristics: Age, educational level, marital status, family size, family income, farm size, source of information, how poultry raising income contributes in children education, family needs, and family welfare. Results were tabulated by categories in frequency counts and percentages to show the effect of poultry production among women of Gezira state, Sudan.

3.1.1. Age

The women were asked about their age and their answers showed that 40% of the women who raised poultry were in the age limit of 30-39 years, that is simply because women under this age were economically belong to their families, and also we can say that in the latest few years no enough chances for graduated women to find suitable jobs that suit their qualification while the majority of the respondents being in the age limit of 30-49 years. Chi-square was used to test the association between total income from poultry production and respondents age (Table 1). The table shows that there is no significant relationship between the total income from poultry production and the respondent's age at the probability of 0.05 or less value of 0.629.

Table 1. Tabulated association level (Chi-Square tests) between total income from poultry production and respondents age.

| Income | Age | | | | | Sig.* |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| | 20-29 | 30-39 | 40-49 | 50-59 | <59 | |
| <9,000SD | 0.2 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 0.6 | 0.629 |
| 9,100-15,000SD | 0.2 | 3.0 | 2.4 | 1.8 | 0.6 | |
| 15100-20,000SD | 0.3 | 3.8 | 3.0 | 2.3 | 0.8 | |
| >20,000SD | 0.4 | 5.3 | 4.2 | 3.2 | 1.0 | |

* At significance level of 0.05

3.1.2. Level of education

The Women were asked about their level of education and their answers revealed that, more than 62.5% of the respondent's education level was secondary school or university, which indicates that the level of education was an important factor in women attitudes to adopt poultry production to increase their income, also we can say that in latest few years no enough chances for graduated women to find suitable job that suit their specialization. This also reflects that the adoption of poultry production was increased with the level of education. Chi-square was used to test the association, between total income from poultry production and respondents level of education (Table 2).The table shows that there is no significant

association between the total income from poultry production and the respondent's education level at the probability level 0.05 or less.

Table 2. Tabulated association level (Chi-Square tests) between total income from poultry production and respondents level of education.

| Income | Level of education | | | | | | Sig. |
|-------------|--------------------|--------|----------------|---------------------|------------------|------------|-------|
| | Literate | Khalwa | Primary school | Intermediate school | Secondary school | University | |
| >9,000SD | 0.4 | 0.2 | 1.2 | 1.0 | 2.6 | 2.6 | 0.062 |
| 9100-15000S | 0.4 | 0.2 | 1.0 | 0.9 | 2.3 | 2.3 | |
| 15100-20000 | 0.6 | 0.3 | 1.7 | 1.4 | 3.6 | 3.6 | |

3.1.3. Social status

The women were asked about their social status and their answers were shown in the table below: Table (3) shows that the majority of the respondents (65%) were married, while 20% of the respondents were unmarried and 12.5% was widow and 2.5 were divorced. This shows how women are willing to share in the household economic because of the economy deterioration that affects the Sudanese life during the last two decades.

Table 3. Tabulated association level (Chi-Square tests) between total income from poultry production and respondents marital status.

| Income | Marital status | | | | Sig. |
|------------------|----------------|----------|-------|-----------|--------|
| | Married | Divorced | Widow | Unmarried | |
| >9,000 SD | 5.2 | 0.2 | 1.0 | 1.6 | |
| 9,100-15,000 SD | 5.2 | 0.2 | 1.0 | 1.6 | 0.0159 |
| 15,100-20,000 SD | 6.5 | 0.7 | 1.3 | 2.0 | |
| <20,000 SD | 9.1 | 0.4 | 1.8 | 2.8 | |

Table (3) shows that, there is no significant relationship between the total income from poultry production and the respondent's marital status at the probability level 0.05 or less.

3.1.4. Family Size

The women were asked about the size of their family and their answers were shown by Table (4). Table (4) shows that 42% of the respondents have 5-7 family members, while 40% of them have 2-4 family members and 17.5% have large family members.

Table 4. Tabulated association level (Chi-Square tests) between total income from poultry production and respondents farm size

| Income | Farm size/bird | | | | Sig. |
|-----------------|----------------|--------|---------|------|---------|
| | 10-50 | 51-100 | 101-200 | <200 | |
| >9,000SD | 2.0 | 2.6 | 1.4 | 2.0 | 0.000** |
| 9,000-15,000SD | 2.5 | 3.3 | 1.8 | 2.5 | |
| 15,100-20,000SD | 2.0 | 2.6 | 1.4 | 2.0 | |
| <20,000SD | 3.5 | 4.6 | 2.4 | 3.5 | |

Table (4) shows that there is a very highly significant relationship between the total income from poultry production and the respondent farm size at the probability level 0.05 or less.

3.1.5. Source of income

The women were asked about their source of income and the following table showed their answers: Table (5) shows that, 37% of the respondents depend on their own job beside their husband's job

while 20% of them depend on other sources of income like donations from their relatives. This is probably because the income earned from their jobs is not enough to meet their needs.

Table 5. Tabulated association level (Chi-Square tests) between total income from poultry production of the respondents and its contribution in their children education.

| Association between total income from poultry production of the respondents and its contribution in their children education | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|------|-----------------|-------|
| Income | 25% | 50% | 75% | <75% | No contribution | Sig. |
| >9,000 | 3.4 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 1.2 | 0.233 |
| 9,100-15,000 | 3.4 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 1.2 | |
| 15,100-20,000 | 4.3 | 1.5 | 1.3 | 1.5 | 1.5 | |
| <20,000 | 5.9 | 2.1 | 1.8 | 2.1 | 2.1 | |

Table 5 shows that there is no significant relationship between total income from poultry production and its contribution in their children education at the probability level 0.05 or less.

3. 1.6. Purpose of poultry raising

The women were asked about their kind of poultry produce and their answers showed that, all the respondents were raising poultry for egg production this may be for its long egg production cycle and the availability of the consumers.

3.1.7. Farm Size

The women were asked about their size of the farm and their answers showed that 35% of respondents the farm size was from 51 to 100 birds, 27.5% of respondents the farm size was from 10 to 50, while 25.0% of respondents the farm size was more than 200, 12.5% of respondents the farm size was from 101 to 200 bird, this also means that size of the farm depend on the availability of total income to the woman.

3.1.8. Source of information

The women were asked about their source of information and their answers revealed that, the majority of the respondents obtained their information from veterinarian extension, and 22.5 of the respondents depend on their own knowledge. A few of them said they obtained their information from their friends and neighbors TV, Newspaper and magazine. None of them obtained their information from radio or research station, although radio is a good media to transfer information.

3.1.9. Monthly poultry income

The women were asked about their monthly poultry income and their answers showed that 32% of the respondents gained more than 20,000 SD, while 25% gained 15,100-20,000 SD and 22.5% of the respondents gained 9,100-15,000 SD and 20% of the respondents gained less than 9,100 SD. This high percentage shows that poultry production is one of the best ways for rural women to gain money.

3.2. Contribution of poultry in children education, family needs, and family welfare

3.2.1. Monthly income other than poultry and poultry raising experience

The women were asked about their source of monthly income other than poultry and their answers showed that 57.5% of the respondents totally depend on poultry production as main source of income, 20% of them gained monthly 9,100- 15,000 SD from sources other than poultry, while 10% gained 15,100-20,000 SD, and 5.0% gained more than 20,000SD, and 7.5% gained less than 9,000SD. This showed that the majority of the respondents depend totally on the poultry production as a main source of income. The women were asked about their poultry raising experience and their answers showed that 50%

of respondents have more than three years experience in poultry production, while 37.5% have 1-3 years, 12.5% have less than one year. This reveals the interest of women to produce poultry.

3.2.2. Family children level of education and contribution of poultry in children education

The women were asked about their children level of education and their answers showed that 42% of respondents' children were at elementary school level, while 36% at university and 22% at secondary school. The women were asked about the contribution of poultry income in children education, and their answers showed that 54.5% of the respondents poultry income contribute in their children education by 25% of the total income, and 18.2% of the respondent poultry production contribute in education by both 50% and 75%, while 9.1% of the respondents of poultry production contribute by more than 75% of the total income their children. This reveals the big role of poultry income in children education. Some of the respondents said that the main purpose of poultry raising is to provide learning their children. Poultry production under the control of rural women, can preferentially benefit them, promoting their empowerment and is also more likely to be used to support their children education (Wong et al. 2017).

3.2.3. Contribution of poultry production income in family essential needs expenses

The women were asked about the contribution of poultry income in their essential needs and their answers showed that 52.6% of the respondents poultry production income contribute in their family essential needs by 25% of their total income, and 18.4% of the respondent's poultry production income contribute in their family essential needs by 50% and 75% respectively, while only 10.6% of the respondents of poultry contribute in their family needs by more than 75%. This means that some of respondents depend totally on the income gain from poultry in their essential needs. The total income and family need were shown in Table (6) this table shows that there is no significant relationship, between total income from poultry production, and its contribution in the family need at the probability level 0.05 or less. Fattah (2000) reported that, poultry keeping provides a chance to women for self-employment which may lead her towards income generation and a better standard of living eventually. Poultry is a good source of income for women especially who want to work by staying at their home doing other household chores aside (Fattah, 2000).

Table 6. Tabulated association level (Chi-Square tests) between total income from poultry production of the respondents, and its contribution in their family need expenses

| Income | Family need | | | | No contribution | Sig. |
|---------------|-------------|-----|-----|------|-----------------|-------|
| | 25% | 50% | 75% | <75% | | |
| <9,000 SD | 4.0 | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 0.2 | 0.442 |
| 9100-15000 SD | 4.0 | 1.4 | 1.2 | 1.2 | 0.2 | |
| 15100-2000 SD | 5.0 | 1.8 | 1.5 | 1.5 | 0.3 | |
| <20,000 SD | 7.0 | 2.4 | 2.1 | 2.1 | 0.4 | |

3.2.4. The contribution of poultry production income in raising family welfare

The women were asked about the contribution of the income coming from poultry in the family welfare and their answers were showed that 59.5% of the respondents of poultry producers contribute in their family welfare by 25% of their total income, and 10.8% of the respondents of poultry producers contribute in their family welfare by 50% and 8% of the respondents of poultry producers contribute in their family welfare by 75% of their total income, while only 21.6% of the respondents contribute in their family needs by more than 75%. Table (7) shows that there is no significant relationship, between total income from poultry production, and its contribution in the family welfare at the significance level 0.05 or less. Abbas, and Zeeshan (2015) reported that, poultry keeping made the women self-employed, more confident, socially empowered and more valued not only in their families but also in their community

Table 7. Tabulated association level (Chi-Square tests) between total income from poultry production of the respondents, and its contribution in their family welfare.

| Income | Family welfare | | | | | Sig. |
|----------------|----------------|-----|-----|------|-----------------|-------|
| | 25% | 50% | 75% | <75% | No contribution | |
| <9,000 SD | 3.8 | 1.0 | 0.8 | 1.4 | 1.0 | 0.503 |
| 9100-15000 SD | 3.8 | 1.0 | 0.8 | 1.4 | 1.0 | |
| 15100-20000 SD | 4.8 | 1.3 | 1.0 | 1.8 | 4.8 | |
| <20,000 SD | 6.7 | 1.8 | 1.4 | 2.4 | 6.7 | |

4. Conclusions

There is no significant relationship between the total income from poultry production and the respondent's age, their level of education, and their marital status, was found. There no significant relationship between the total income from poultry production and the respondent's poultry contribution in their children education, in the family welfare, while there is a contribution of poultry raising income in family needs. There is a very highly significant relationship between the total income from poultry production and the respondent farm size.

Acknowledgment

It has been declared by the corresponding author that the author has no ORCID# passed away.

References

- Abbas, A., & Zeeshan M. (2015). Poultry farming: an anthropological take on women empowerment through food security at household level. *The Explorer Islamabad Journal of Social Sciences-Pakistan*, 1, (6), 203-206.
- Bettencourt, E. M. V., Tilman, M., Narciso, V., Carvalho, da Silva, M. L., & Henriques, P. D. S. (2015). The livestock roles in the wellbeing of rural communities of timor-leste. *Rev. Econ. Sociol. Rural* 53, (1), 63-80.
- FAO. (2008). www.fao.org Access date: 21.02.2008
- Fattah, K. (2000). *Poultry as a Tool in Poverty Eradication and Promotion of Gender Equality*. FrandsDolberg and Poul Henning Petersen (eds) Proceedings of a Workshop on Poultry as a Tool in Poverty Eradication and Promotion of Gender Equality. Tune, Denmark .
- Golmohammadi, F. (2018). A viewpoint toward Empowering and Entrepreneurship of Rural Women in Iran: Situations and Problems. *Black Sea Journal of Public and Social Science* 1, (2), 37 - 51.
- Ibnouf, F. O. (2009). The role of women in providing and improving household food security in Sudan: implications for reducing hunger and malnutrition. *Journal of International Women's Studies* 10, (4), 144-167.
- Wong, J.T., de Bruyn, J., Bagnol, B., Grieve, H., Li, R., Pym M., & Alders, R.G. (2017). Small-scale poultry and food security in resource-poor settings: A review, *Global Food Security*. 15, 43-52
- Yavuz, F., Terin, M., Shiwan, M.S., Akay, B., Güler, İ.O., & Ağsu, K. (2018a). An Analysis on Women Participation in Agricultural Production Activities: Case of Northeast Anatolia TRAI Region. *Turkish Journal of Agricultural Economics* 24, (2), 185-192.
- Yavuz, F., Terin, M., Shiwan, M.S., Akay, B., Güler, İ.O., & Ağsu, K. (2018b). *The Role of Rural Woman In Decision Making in Income Generating Activities: Case of Northeast Anatolia TraI Region*. International Journal of Economic and Administrative Studies (18 EYİ Private issue)
- Munmun, R., Sarker, A., Hoque, M.J. & Kabir, K.H. (2015). Women's participation in agricultural activities at forest land areas of Bangladesh. *Journal of Social Sciences*, 11(1), 30-38.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)

<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>



Research Article (Araştırma Makalesi)

A Low-Cost Microcontroller Based Air Temperature, Humidity and Pressure Datalogger System Design for Agriculture**

Muhittin Yağmur POLAT*¹

¹Soil, Fertilizer and Water Resources Central Research Institute, 06172, Ankara, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0003-2795-4798>

*Corresponding author e-mail: yagmur.polat@tarimorman.gov.tr

Article Info

Received: 02.01.2020

Accepted: 15.03.2020

Online Published 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.669458

Keywords

Agricultural datalogger,
Arduino,
Climate change,
Microcontroller.

Abstract: Nowadays, it is accepted that climate change can threaten food safety. Losses in production areas due to climate change have the potential to create major devastating effects. In agricultural areas, rapid and effective measures should be taken against climate parameters that are not under human control. For this purpose, approaches such as precision or smart agriculture are becoming widespread. Low cost microcontroller-based devices that can help to take the necessary measures by rapidly measuring the basic climate parameters are gaining importance especially in the lands of small scale agricultural enterprises. For this purpose, developed a customizable and re-programmable datalogger system which can measure the basic meteorological values for agricultural purposes under field conditions with low-cost parts. The system consist of an Arduino UNO R3 microcontroller card, a Bosch Sensortech BME280 integrated environmental sensor, a data storage unit, a LCD and an USB supported battery unit which allows the system to be used as a portable. The BME280 sensor is widely used in scientific studies, can measure air pressure, relative humidity and temperature, and communicate with microcontrollers. For the operation of the system, a software was developed in Arduino IDE (Internal Development Environment) and installed on microcontroller of Arduino UNO R3. The system was left on outdoor conditions with a top cover for one week in spring and one week in summer and it was found that it could record data continuously for one hour intervals.

Tarım İçin Düşük Maliyetli ve Mikrodenetleyici Tabanlı Bir Hava Sıcaklığı, Nemi ve Basıncı Veri Kayıt Sistemi Tasarımı.

Article Info

Geliş: 02.01.2020

Kabul: 15.03.2020

Online Yayınlanma 31.03.2020

DOI: 10.29133/yyutbd.669458

Anahtar kelimeler

Tarımsal veri kaydedici,
Arduino,
İklim değişikliği,
Mikrodenetleyici.

Öz: Günümüzde, iklim değişikliğinin gıda güvenliğini tehdit edebileceği kabul edilmektedir. İklim değişikliğinden dolayı üretim alanlarındaki kayıplar büyük yıkıcı etkiler yaratma potansiyeline sahiptir. Tarımsal alanlarda, insan kontrolünde olmayan iklim parametrelerine karşı hızlı ve etkili önlemler alınmalıdır. Bu amaçla hassas veya akıllı tarım gibi yaklaşımlar yaygınlaşmaktadır. Özellikle küçük ölçekli tarım işletmelerinin arazileri için temel iklim parametrelerini hızla ölçerek gerekli önlemlerin alınmasına yardımcı olabilecek düşük maliyetli mikrodenetleyici tabanlı cihazlar giderek önem kazanmaktadır. Bu nedenle, tarımsal amaçlar için temel meteorolojik değerleri düşük maliyetli parçalarla tarla koşullarında ölçebilen özelleştirilebilir ve yeniden programlanabilir bir veri kaydedici sistem geliştirilmiştir. Sistem bir Arduino UNO R3 mikrodenetleyici kartı, bir Bosch Sensortech BME280 entegre çevre sensörü, bir veri depolama birimi, bir LCD ve sistemin taşınabilir olarak kullanılmasını sağlayan USB destekli bir pil biriminden oluşur. BME280

sensörü bilimsel çalışmalarda yaygın olarak kullanılmakta, hava basıncını, bağıl nemi ve sıcaklığı ölçebilmekte ve mikrodenetleyicilerle iletişim kurabilmektedir. Sistemin çalışması için Arduino IDE'de (Dâhili Geliştirme Ortamı) bir yazılım geliştirilmiş ve Arduino UNO R3'de bulunan mikrodenetleyiciye kurulmuştur. Sistem ilkbaharda bir hafta ve yazın bir hafta boyunca, üzerine koruyucu bir muhafaza konularak dış mekân koşullarında bırakılmış ve bir saat aralıklarla sürekli veri kaydedebildiği bulunmuştur.

**Parts of this research were presented as an oral presentation at the "Natural Nutrition, Healthy Life & Sport 2019" congress held on 02-06 October 2019 in Ankara.

1. Introduction

Nowadays, it is accepted that climate change can threaten food safety. Losses in production areas due to climate change have the potential to create major devastating effects. In agricultural areas, rapid and effective measures should be taken against climate parameters that are not under human control. For this purpose, approaches such as precision or smart agriculture are becoming widespread.

Farmers make their production planning under uncertainty conditions due to the difficulty of predicting many factors such as weather conditions, yield levels, crop prices, agricultural inputs, food demand, and production costs. Measurements of weather conditions from these factors can be used for estimations (Çiftçi et al., 2019).

Low cost microcontroller-based devices that can help to take the necessary measures by rapidly measuring the basic climate parameters are gaining importance especially in the lands of small scale agricultural enterprises. Various data are needed in all agricultural processes to keep production under control. Collecting, transmitting and analyzing data from the field such as temperature, precipitation, air humidity, soil moisture and nutrient levels is an important problem.

For decades, humanity has tried various methodologies in the field of agriculture, since adopting newer techniques to meet the needs of the growing population has become a necessity. Therefore, in the age of technology, modern agricultural methods are developing rapidly (Ramya et al., 2017). The use and spread of information and communication technologies (ICTs) as a means to support agriculture and agricultural production has been particularly important in the last decade. Examples of these technologies include multiple hardware and software applications that provide services to reduce the effects of diseases and pests in crops, as well as real-time monitoring of weather conditions and water quality parameters for farming. Some of the issues that data analytics and big data solutions in agriculture can help solve; providing sustainable supply, increasing productivity, cost reduction and risk management (Corrales et al., 2018).

Spatial and temporal variability are taken into account in precision agriculture which is widely used in fields such as planting, fertilizing, pest control, weed and disease management, harvesting and irrigation (Jimenez et al., 2018). Current and upcoming weather forecasts play a very important role, from large companies to individuals. It generally uses data provided by national weather organizations to counter the adverse effects of weather conditions on daily activities in each country. Unfortunately, this data gives an average estimate for a particular area of interest (Pietraru et al., 2018).

Local weather prediction is necessary for many areas of activity. But it is known that, because of the confused attitude of the atmosphere, weather forecasts can be rather uncertain. Many efforts have taken by meteorologists to improve the quality of the weather forecasts, but forecasts of weather variables remain vague. Weather forecasts can be major importance especially for designate control strategies are used to controlling agricultural systems. Furthermore in the agriculture the understanding of the intercourse between weather evolution and the interchange of soil parameters can only be done by local measurements (Doeswijk and Keesman, 2005). The inadequacy of air monitoring systems in developing low-income countries adversely affects the management of natural resources and associated risks (Strigaro et al., 2019).

Physiological processes in plants such as photosynthesis, respiration, leaf growth and seed germination are all affected by temperature. Also air humidity is important in the functioning of a plant, as it determines the rate of water loss in sweating and has a direct effect on many plants' stomata. Stomata tend to close in dry air, thereby limiting water loss but also reducing CO₂ assimilation (Jones, 2013). In meteorology, the humidity of the air is often referred to as relative

humidity. Relative humidity is the ratio of the amount of water vapor present in the air to the amount of water vapor that will saturate the same air and it's expressed in percent (Akman, 2011). Air pressure directly affects cells and organelles in leaves also the diffusion coefficients and degrees of solubility of CO₂ and O₂ (Takeishi et al., 2013).

Dataloggers are electronic devices that record data from sensors at specified time intervals. They are generally used as a datalogger system consisting of microprocessor, memory and sensors. Being mobile because of their small size is one of the advantages of a datalogger system. Another advantage is the feature of automatically collecting data without human surveillance for a long time. Datalogger systems are designed according to the needs of the specific environments or applications (Kale, 2015). In addition, they can be used in remote areas or dangerous situations. They are more accurate because there is no possibility of human error when recording. With the help of graphics obtained from their records, they help to better understand scientific experiments and scientific concepts (Anonymous, 2020).

Although they have important advantages, dataloggers have some disadvantages. They are expensive and their initial investment costs are high for small businesses. Usually they do not have all the features required by the user, so changes may be required in the software or application. Some data may be lost or not saved if they fail. Some dataloggers can only take readings in the initially configured fixed intervals. In addition, basic training is required to use them (Anonymous, 2020).

Devices that convert physical quantities into the form of electrical signals are called sensors. These quantities can be heat, humidity, motion, pressure, light, etc. (Joshi, 2016). Microcontrollers (MCs) are integrated circuits (ICs) designed specifically for monitoring and control tasks, including all components that enable them to operate independently (Gridling & Weiss, 2007). Microcontrollers can also be described as single chip microcomputers and are also suitable for automation of machines and processes. A typical microcontroller consists of a single IC and has a central processing unit (CPU), input/output (I/O) and serial ports, timers, counters, analog-to-digital converters (ADCs), digital-to-analog converters (DACs), interrupt logic unit, oscillator circuit and so on. The benefits of having all units in one chip; the smaller size of the control board, lower power consumption, more reliable operation capability and ease of integration in application designs. Designers can focus on applications and development aspects rather than dealing with complex interfaces of peripherals, because microcontrollers reduce automation costs and offer greater flexibility. Thanks to their data processing and memory capability microcontrollers can be programmed to make various systems to be intelligent. After learning about the use of a microcontroller family, it is possible to switch from other brands to other microcontroller families. Intel's MCS family, Motorola's 68HC12 family and Microchip's PIC (peripheral interface controller) family are examples of commonly used microcontrollers (Deshmukh, 2007).

Arduino, is a physical programming platform that uses Atmel AVR microcontrollers and has a variety of digital and analogue inputs and outputs. An Arduino card's microcontroller has a pre-installed bootloader software. These development cards can be used to evaluate analog and digital signals from sensors used for a variety of purposes. These evaluation results can be used as input for other systems. It is necessary to select the most appropriate arduino card before working (Beyaz ve Beyaz, 2015). The Arduino hardware, which is an open source platform, has many clones and special purpose cards (D'Ausilio, 2012).

According to D'Ausilio (2012), Arduino UNO R3 is the right platform for some laboratory tests. The most important advantage of the Arduino is that hardware schemes and source codes are available free of charge for many projects in the developing large open source community, forums, and mailing lists. Arduino UNO R3 microcontroller card have an Atmel ATmega328 microcontroller. ATmega328 has 14 digital I/O pins and six analog inputs. The card can be powered with a USB (Universal Serial Bus) connection or an external DC power supply.

The BME280 is an integrated environmental sensor with low power consumption (3.6 μ A in 1Hz) and small dimensions (2.5×2.5×0.96 mm) and was developed by Bosch Sensortec especially for mobile applications. The sensor can measure relative humidity (0 to 100%), air temperature (-40 to 85°C) and air pressure (300 to 1100 hPa) at 1 second intervals (Makukha and Yagodkina 2016).

Valenzuela et al. (2018) have worked to develop an Arduino-based system for wireless sensor networks that could be used for future agricultural monitoring purposes. They used the BME280

sensor for temperature, humidity and air pressure measurements in the system. They have stated that the system is cost-effective and programmable using Arduino IDE directly.

Sudantha et al. (2018) have developed an open source environment monitoring system (EMS) based on Arduino Mega2560. The parameters measured by the system are solar radiation, wind direction and speed, air temperature, precipitation, relative humidity, soil moisture and air pressure. They used BME280 sensor for humidity and air pressure measurements. They placed 27 samples of this system in different locations in Sri Lanka and made measurements from March 2018 to July 2018. They used Davis Vantage Pro-2 stations as reference stations to check the accuracy of the developed system.

Strigaro et al. (2019) have developed arduino based fully open architecture and low-cost weather monitoring system for low-income and developing countries. They used the BME280 sensor for temperature, humidity and air pressure measurements in their research. They tested the system for an 8-month period and compared the observations with an authorized weather station nearby. They have reported that the system collects data of appropriate quality for natural resource and risk management.

2. Materials and Methods

Due to dataloggers disadvantages, it is important to develop low-cost, user-customizable and re-programmable datalogger systems for specific purposes in order to record the desired parameters for agriculture. In this scope, develop a customizable and re-programmable datalogger system which can measure the basic meteorological values for agricultural purposes under field conditions with low-cost parts was the main scope of the study. For this purpose, an Arduino UNO R3 (Figure 1) was chosen as the microcontroller board used in the developed system (Figure 2). Similarly a BME280 module (Figure 3) was chosen because it can collect air temperature, relative humidity and air pressure values in a single module. In addition to the Arduino UNO R3 and the BME280, the system consists of a storage unit (SD memory card), a character LCD and an USB powered battery unit that allows the system to be used as portable. All parts of the system are chosen at low-cost.



Figure 1. Arduino Uno R3 card.



Figure 2. The developed system.

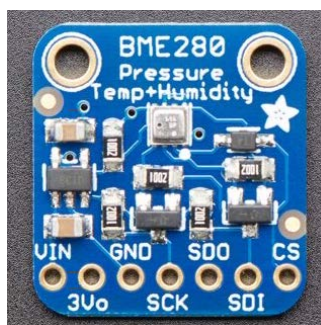


Figure 3. The BME-280 sensor module.

A microcontroller software was developed in Arduino IDE (Internal Development Environment) with the C/C++ programming language and installed in the Arduino UNO R3's Atmega328 microcontroller to enable the system to record data at one hour intervals. Microcontrollers are designed to work continuously and therefore their software is prepared in the form of an "infinite loop". The software developed is also programmed to run continuously in an "infinite loop".

After switching on the Arduino, the data is first received from the BME280, then displayed on the LCD and finally written to the SD card, and then the same cycle is repeated once every hour. The one-hour intervals are provided using the Arduino's internal timer function.

The developed low-cost system was placed at a distance of about 200 meters from Haymana Tarım Meteorological Station (Figure 4) and it was left on outdoor conditions with a protective top cover for one week in spring and one week in summer seasons. ICAO call sign of the station is HTRM and its geographical position is 39°36'46.84"N, 32°40'19.27"E.



Figure 4. Haymana tarım meteorological station.

The air pressure, relative humidity and air temperature data obtained from Haymana Tarım Meteorological Station (HTMS) in the spring and summer periods and data obtained from the low-cost system (LCS) in the same periods were compared with regression analysis. Regression models were formed by comparing the results of the regression equations and the measurement.

3. Results

During the development phase and the fieldwork period, it was observed that the system was able to continuously record data on the data storage unit at one hour intervals, as determined in the software. The data obtained from HTMS and the data obtained from the LCS were compared with the regression analysis.

One week measurement period in spring season, the regression value of air temperature, relative humidity and air pressure values between the HTMS and the LCS found as 90.9%, 92.8% and 85.3% and can be seen in Figure 5-7 respectively.

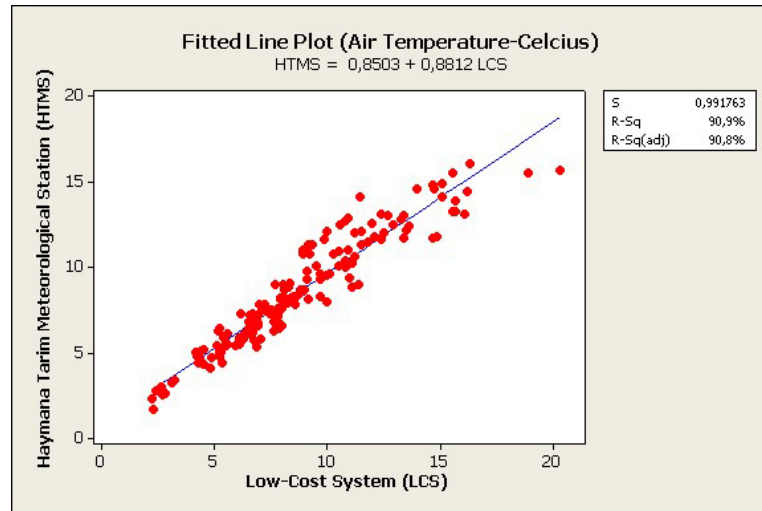


Figure 5. Air temperature measurements between HTMS and the LCS in spring.

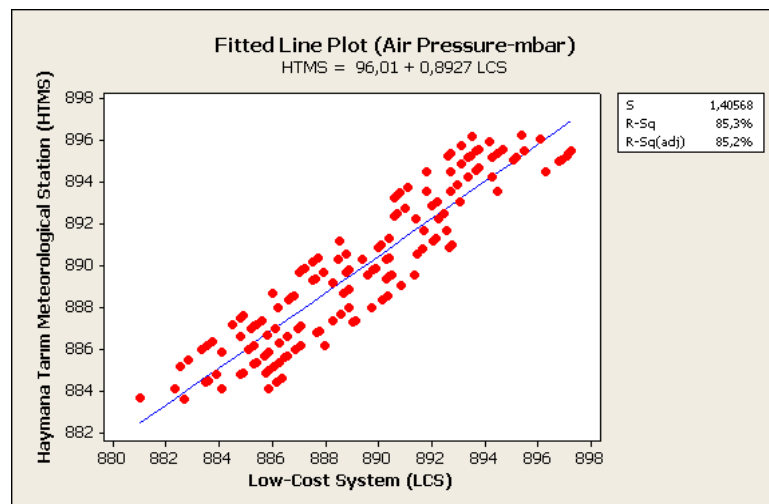


Figure 6. Air pressure measurements between HTMS and the LCS in spring.

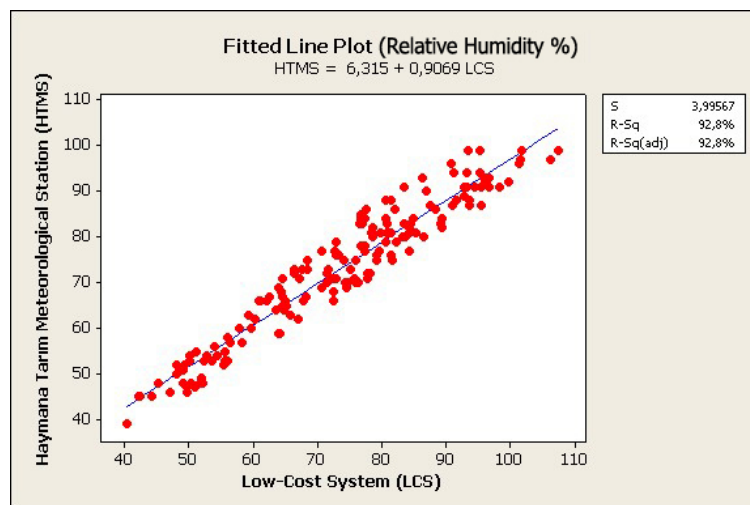


Figure 7. Relative humidity (%) measurements between between HTMS and the LCS in spring.

Similarly, one week measurement period in summer season, the regression value of air temperature, relative humidity and air pressure values between the HTMS and the LCS found as 92.6%, 89.9% and 83.8% and can be seen in Figure 8-10 respectively.

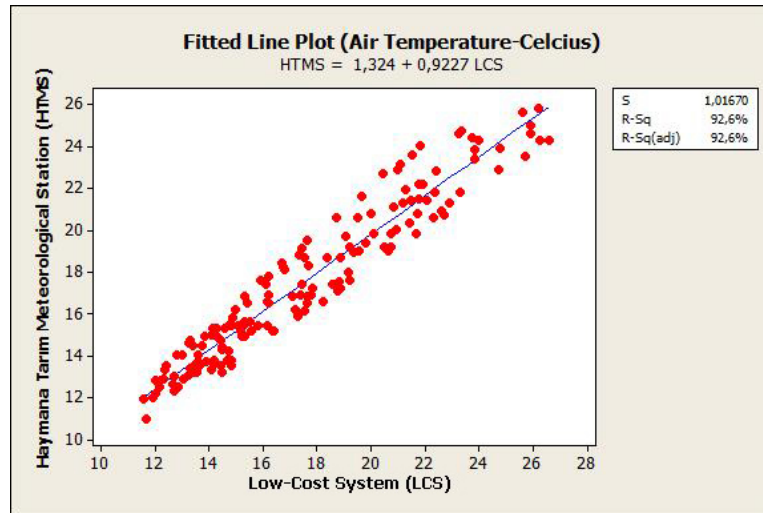


Figure 8. Air temperature measurements between HTMS and the LCS in summer.

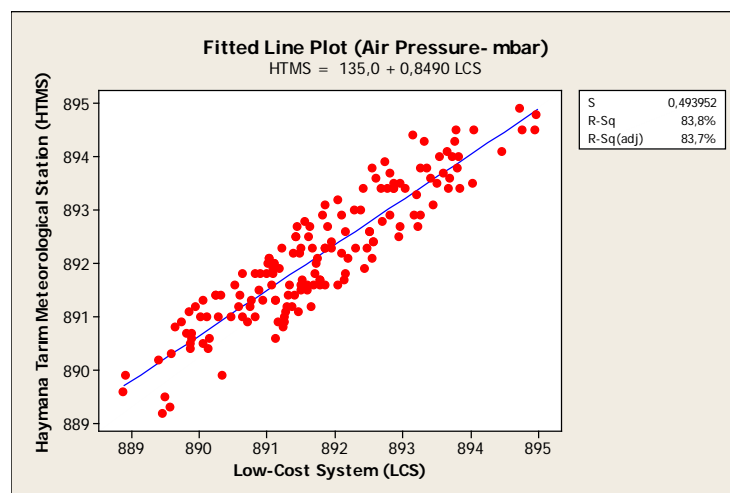


Figure 9. Air pressure measurements between HTMS and the LCS in summer.

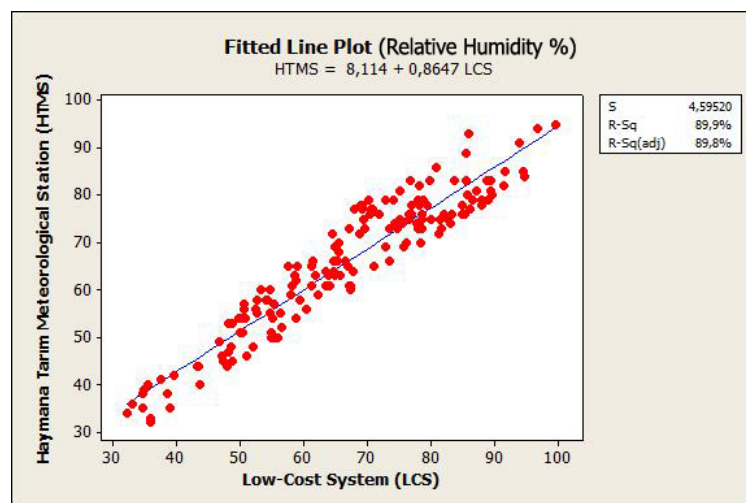


Figure 10. Relative humidity (%) measurements between HTMS and the LCS in summer.

4. Discussion and Conclusion

It is expected that the measurement of spatial and temporal variability will gain much more importance in future agriculture shaped by approaches such as precision farming. It is clear that a large number of measuring devices will be needed for the monitoring of these variations. Therefore, it is important that the devices to be developed are multifunctional, miniature, portable and cost-effective.

The microcontrollers and the basic sensors connected to them have the capacity to reduce the purchase costs of the measuring devices and the added cost to food prices, since they are very inexpensive and easily portable. The total price of the components used in this case study is less than \$50. Another important point is that with the modular and easy to learn microcontroller platforms such as Arduino, farmers and experts have the opportunity to design their own special measuring devices. Of course, these devices cannot compete with laboratory measuring devices and precision meteorological stations in terms of measuring accuracy. However, when the situation is considered as cost-benefit, it can be useful. Due to their reasonable prices, they can be expected to receive interest in developing countries and provide significant benefits. In addition, capital losses will be small due to their low costs when they are damaged.

As a result; the microcontroller based measurement system developed is an example of similar systems that can be used in agricultural activities due to its low cost and portable although it is less sensitive than meteorological stations. In the future, it is expected that inexpensive agricultural datalogger devices that can measure more climate parameters will be developed and will be widely used in agriculture. According to this expectation, sensors measuring the values such as air temperature, air humidity, air pressure, solar radiation, wind speed, wind direction and precipitation can be added to the devices to be developed in the future studies.

References

- Akman, Y. (2011). *İklim ve Biyoiklim*. Ankara, Turkey: Palme Yayıncılık.
- Anonymous. (2020). Advantages and disadvantages of data loggers. <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/Advantages-and-Disadvantages-of-Data-Loggers.html>. Date of access: 05.01.2020.
- Beyaz, A. & Beyaz, R. (2015). Traktörde güvenlik amaçlı galvanik deri tepkisi sensörü kullanım olanaklarının belirlenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım*, 3(3), 121-125.
- Corrales C. J., Angelov, P. & Iglesias, J. A. (2018). *Advances in information and communication technologies for adapting agriculture to climate change II: Proceedings of the 2nd International Conference of ICT for Adapting Agriculture to Climate Change (AACC'18)*. Cham, Switzerland: Springer Nature.
- Çiftçi, K., Miran, B., & Kanberoğlu, Z. (2019). Çiftçilerin planlı üretim yapma eğilimlerini artıran yaklaşımların belirlenmesi: İzmir İli örneği. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(1), 82-87.
- Deshmukh, A.V. (2007). *Microcontrollers, Theory and Applications*. New York, USA: Mac-Graw-Hill.
- Doeswijk, T.G. & Keesman, K.J. (2005). *Improving local weather forecasts for agricultural applications*. Shokin, Y. I., Potaturkin, O. I. (Eds.), Proceedings of the Second IASTED International Multi-Conference on Automation, Control, and Information Technology (pp. 107-112). Novosibirsk, Russia: IASTED/ACTA Press.
- D'Ausilio, A. (2012). Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment. *Behavior Research Methods*, 44(2), 305-313.
- Gridling, G., & Weiss, B. (2007). *Introduction to Microcontrollers*. Vienna, Austria: Vienna University of Technology.
- Jones, M.B. (2013). *Plant Microclimate*. In D. O. Hall, J. M. O. Scurlock, H. R. Bolhàr-Nordenkamp, R. C. Leegood, & S. P. Long (Eds.), *Photosynthesis and Production in a Changing Environment: a Field and Laboratory Manual* (pp. 47-64). Berlin, Germany: Springer Science & Business Media.
- Jimenez, A. F., Herrera, E. F., Ortiz, B. V., Ruiz, A., & Cardenas, P. F. (2018). *Inference system for irrigation scheduling with an intelligent agent*. Corrales C. J., Angelov, P., Iglesias, J. A. (Eds.).

- Proceedings of the Advances in Information and Communication Technologies for Adapting Agriculture to Climate Change II: Proceedings of the 2nd International Conference of ICT for Adapting Agriculture to Climate Change (AACC'18), (pp. 1-20). Cham, Switzerland: Springer Nature.
- Joshi, M. (2016). *Polymer Nanocomposite-based Biosensors for Drug Delivery Applications*. Kharkwal, H., & Janaswamy, S. (Eds.), *Natural Polymers for Drug Delivery*, (pp. 71-77). Oxfordshire, UK - Boston, USA: CABI.
- Kale, B. (2015). Smart phone based real time wireless data logger system. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2, 258-261.
- Makukha, V. K., & Yagodkina, A. V. (2016). *Embeddable module of environmental parameters*. Proceedings of the 17th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM 2016), (pp. 665-667). Erlagol, Altai, Russia: IEEE.
- Pietraru, R. N., Banu, A. Ş., Mocanu, Ş., & Saru, D. (2018). *Low cost technologies for awarness and early warning in conditions of severe weather*. Roceanu, I. (Eds.), *Proceedings of the 14th International Scientific Conference eLearning and Software for Education (Vol. 2)*, (pp. 349-354). Bucharest, Romania: "Carol I" National Defence University Publishing House.
- Ramya, R., Sandhya, C., & Shwetha, R. (2017). *Smart Farming Systems Using Sensors*. Proceedings of the IEEE Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR), (pp. 218-222). Chennai, India: IEEE.
- Strigaro, D., Cannata, M., & Antonovic, M. (2019). Boosting a weather monitoring system in low income economies using open and non-conventional systems: Data quality analysis. *Sensors*, 19(5), 1185.
- Sudantha, B. H., Warusavitharana, E. J., Ratnayake, G. R., Mahanama, P. K. S., Cannata, M., & Strigaro, D. (2018). *Building an open-source environmental monitoring system-a review of state-of-the-art and directions for future research*. Proceedings of the 3rd International Conference on Information Technology Research (ICITR), (pp. 1-9). Chennai, India: IEEE.
- Takeishi, H., Hayashi, J., Okazawa, A., Harada, K., Hirata, K., Kobayashi, A., & Akamatsu, F. (2013). Effects of elevated pressure on rate of photosynthesis during plant growth. *Journal of Biotechnology*, 168(2), 135-141.
- Valenzuela, A. A., Schwab, M., Silnik, A. A., Debattista, A. F., & Kiessling, R. A. (2018). *Low power wireless sensor node platform for agriculture monitoring in Argentina*. Proceedings of the International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC), (pp. 101-105). Zhengzhou, China: IEEE.



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

Comparative Assessment of Potassium Sorbate and Clove Oil (*Syzygium aromaticum*, L.) on Quality Alteration in Chilled Crayfish (*Astacus leptodactylus*)

Eylem Ezgi FADİLOĞLU*¹, Mehmet Zülfü ÇOBAN²

¹Yaşar University, School of Applied Sciences, Department of Gastronomy and Culinary Arts, Izmir, Turkey

²Fırat University, Keban Vocational School, Department of Food Processing, 23119, Elazığ, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-7887-298X> ²<https://orcid.org/0000-0002-5645-5456>

*Corresponding author e-mail: ezgi.fadiloglu@yasar.edu.tr

Article Info

Received: 22.01.2020

Accepted: 25.03.2020

Online Published: 31.03.2020

DOI:10.29133/yyutbd.678889

Keywords

Crayfish,
Potassium sorbate,
Clove oil,
Quality,
Chilling

Abstract: In this study, comparative assessment of potassium sorbate and clove oil (*Syzygium aromaticum* L.) on the quality characteristics of crayfish (*Astacus leptodactylus*) during storage at 2°C for 20 days has been investigated. Both potassium sorbate and clove oil application retarded lipid oxidation during 20 days of storage. There were no significant differences between peroxide values (PV) of potassium sorbate and clove oil treated crayfish samples. At day 20, CO1 group showed the lowest FFA content. Least TMAB was observed in 1% clove oil treated samples throughout the storage period. Clove oil treated samples had significantly lower PBC than the control and potassium sorbate treated crayfish samples during storage period. After 10 days of storage, control samples were microbiologically unacceptable. 1% clove oil treatment was more effective than 1% potassium sorbate treatment in preventing growth of molds and yeast throughout the storage period.

Potasyum Sorbat ve Karanfil Yağının (*Syzygium aromaticum*, L.) Soğutulmuş Kerevitlerde (*Astacus leptodactylus*) Kalite Değişimi Üzerine Karşılaştırmalı Değerlendirmesi

Makale Bilgileri

Geliş: 22.01.2020

Kabul: 25.03.2020

Online Yayınlanma: 31.03.2020

DOI:10.29133/yyutbd.678889

Anahtar Kelimeler

Kerevit,
Potasyum sorbat,
Karanfil yağı,
Kalite,
Soğutma

Öz: Bu çalışmada, potasyum sorbat ve karanfil yağının (*Syzygium aromaticum* L.) 2°C'de 20 gün depolama süresince kerevitlerin (*Astacus leptodactylus*) kalite özellikleri üzerine karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi yapılmıştır. Potasyum sorbat ve karanfil yağı uygulaması, 20 günlük depolama süresince lipid oksidasyonunu geciktirmiştir. Potasyum sorbat ve karanfil yağı ile muamele edilmiş kerevit örneklerinin peroksit değerleri (PV) arasında belirgin bir farklılık bulunmamıştır. 20. günde, CO1 grubu en düşük serbest yağ asidi (FFA) değerini göstermiştir. Depolama süresi boyunca en düşük toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı (TAMB) %1 karanfil yağı ile muamele edilmiş örneklerde gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca karanfil yağı ile muamele edilmiş örnekler, kontrol ve potasyum sorbat ile muamele edilmiş kerevit örneklerine oranla belirgin olarak daha düşük psikrofilik bakteri sayısına (PBC) sahiptir. 10 günlük depolama sonrası kontrol numuneleri mikrobiyolojik olarak tüketilebilir özelliğini kaybetmiştir. %1 karanfil yağı muamelesi, depolama süresi boyunca küf ve maya gelişiminin önlenmesinde %1 potasyum sorbat muamelesine oranla daha etkili olmuştur.

1. Introduction

While good quality fresh fish and seafood demand increases day by day, keeping the quality of seafood becomes an issue due to intensive transportation and distribution among nations. Fresh fish and seafood products are susceptible to deterioration from postmortem microbial growth and enzymatic activity (Manju et al., 2007). Since the controlling of natural enzyme in fresh fish is difficult, the measures taken are mostly controlling of microbial activity (Yetim, 1996).

Chilling is the most common method to retard the microbial and biochemical spoilage of fresh fish and seafood during distribution and marketing but it is not enough to maintain the quality. At low temperature, growth of bacteria is retarded but never completely stopped and this technique cannot prevent enzyme activities (Sampels, 2015). Therefore, chilling process should be combined with other preservation techniques to delay the microbial spoilage and to improve the quality of seafood.

Chemical preservatives are used commonly in food processing sector to increase the shelf life and to preserve the food. Potassium sorbate is one of the safest chemical preservatives that is generally used in fish and seafood products (Omojowo et al., 2009b). This food additive is a white crystalline powder, tasteless, odorless. It is the inorganic salt of sorbic acid with strong antimicrobial activity against bacteria, yeast, molds and fungi (Remisha et al., 2016). They are used alone or in combination with other preservation techniques (Nunez and Aquino, 2012).

Essential oils are natural preservatives and they are better and safer alternatives to chemical preservatives due to their non-toxic nature (Anand and Sati, 2013). Essential oils are aromatic oily liquids obtained from flowers, buds, bark, leaves, seeds, peel, fruits and herbs (Hyldgaard et al., 2012; Dabija et al., 2019). They are used in many areas such as cosmetics, aromatherapy pharmaceuticals, food and drinks (Arrijani et al., 2017). They are cheap and small quantity is enough to prevent the growth of microorganisms. Essential oils can be applied directly to the food or in emulsion and nanoemulsion forms (Ceylan et al., 2018; Fernandez-Lopez and Viuda-Martos, 2018; Meral et al., 2019).

Clove essential oil (*Syzygium aromaticum* L.) is obtained from dry flower buds of clove and it has antimicrobial, antioxidant, antifungal, antiviral, anti-inflammatory and cytotoxic properties due to the presence of eugenol, thymol and cinnamaldehyde (Chaieb et al., 2007).

Although there have been many publications on the effects of essential oils and potassium sorbate on fish quality, no studies have been conducted to compare them with each other. Therefore, the purpose of this paper is to compare the antioxidant and antibacterial activity of potassium sorbate and clove oil on quality characteristics of crayfish stored at 2°C for 20 days.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

Crayfish (*Astacus leptodactylus*) were obtained from Keban Dam Lake. They were transferred to the laboratory in the styrofoam boxes containing ice and were processed in the same day. In this study, 7 kg of crayfish with an average weight and length of 70.56 ± 15.21 g and 16.03 ± 0.34 cm, respectively was used.

Clove oil was purchased from Kalsec (Kalsec®, Inc, Kalamazoo) and potassium sorbate (food grade, molecular weight: 150.22, CAS Number: 24634-61-5, purum p.a. $\geq 99\%$), was purchased from Sigma Aldrich Chemical Co. (Munich, Germany).

2.2. Experimental design

Crayfish were washed with cold clean water (2°C) to remove dirt and boiled for 10 minutes at 100°C. After boiling, the excess water was removed by spreading them on perforated trays and they were cooled to 4°C then they were separated from their shells. After separating, they were randomly chosen and divided into three lots. The first lot was kept as control (without dip treatment), 2nd lot (PS1) was subjected to dip treatment with 1% (v/w-) potassium sorbate solution for 3 minutes and 3rd lot (CO1) was subjected to dip treatment with 1% (v/w) clove oil solution for 3 minutes. When drainage is completed, all lots were placed in different styrofoam boxes, wrapped with stretch film and preserved at 2°C for 20 days.

All samples were analyzed for chemical (thiobarbituric acid (TBA), peroxide value (PV), free fatty acid (FFA)) and microbiological characteristics (total aerobic mesophilic bacteria (TAMB), psychrophilic bacteria count (PBC) and yeast-mold count) for every 5 days of interval.

2.3. Chemical analysis

TBA value was determined by the distillation method of Tarladgis et al., 1960 and expressed as mg Malonaldehyde/kg of crayfish sample. Peroxide value was calculated and expressed as milli-equivalent of O₂/kg fat and it was determined according to the method of AOCS, 1989. Free fatty acids (FFA) content was determined as described by Yetim, 2002 and calculated as oleic acid %.

2.4. Microbiological analysis

10 g of crayfish sample was mixed with 90 ml of sterilized distilled water. Further decimal serial dilutions (from 10⁻¹ to 10⁻⁹) were used from this homogenate. Total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) and total psychrophilic bacteria counts (PBC) were enumerated on plate count agar (PCA) and incubated at 30°C for 3 days and 7°C for 10 days, respectively (ICMSF, 1986). Yeast and mold count was determined by yeast extract glucose chloromphenicol (YGC) agar with the incubation at 22°C for 5 days (Harrigan and McCance, 1976).

2.5. Statistical analysis

Statistical analysis was carried out using SPSS 22.0 (SPSS 22 for Windows, SPSS Inc. Chicago, IL, USA). All data were expressed in mean± SD. Variance analysis (ANOVA) was performed and means were compared by Duncan's multiple range test. The level of significance was set at p<0.05.

3. Results and Discussion

3.1. Chemical analysis

3.1.1. Thiobarbituric acid (TBA) value

TBA values of potassium sorbate and clove oil treated samples are shown in Figure 1. Initial TBA values of control, 1% potassium sorbate added (PS1) and 1% clove oil added samples (CO1) were 0.59, 0.56 and 0.54 mg MDA/kg of sample, respectively. From day 0 to 5, there was no significant difference in TBA values of control (1.24 mg MDA/kg of sample) and PS1 group (1.28 mg MDA/kg of sample). Genccelep et al., 2014 reported that during 6 days of refrigerated storage, no significant differences were observed between the control and potassium sorbate treated samples. Significant difference was observed in TBA values of CO1 group at day 0 and 5th. Clove oil was very effective in retarding lipid oxidation during 5 days of cold storage (p<0.05).

From day 10 to end of the storage, potassium sorbate application had significant effect on TBA values of crayfish samples when compared to control and clove oil treated samples (p<0.05). Potassium sorbate application was very effective between days 10 and 20. TBA values were low in potassium sorbate treated samples due to inhibition of secondary oxidation products by potassium sorbate (Gandotra et al., 2014).

The results are in agreement with Gandotra et al., 2014 and Remisha et al., 2016. Gandotra et al., 2014 found that potassium sorbate treated silver carp fillets showed lower values for TBA during 30 days of storage. Remisha et al., 2016 investigated the effect of potassium sorbate on the quality of Indian mackerel during 23 days of chill storage and they find that TBA values of control samples were higher than potassium sorbate treated samples and TBA values of potassium sorbate treated fish samples were below the acceptable limit value.

At the end of the storage period, TBA values of control, PS1 and CO1 groups increased to 5.12 mg MDA/kg of sample, 4.12 mg MDA/kg of sample and 4.61 mg MDA/kg of sample, respectively. While the control group exceeded the acceptable limit value between 5 mg MDA/kg of sample

(Dandago et al., 2004) at day 20, PS1 and CO1 were still below the limit value. Both potassium sorbate and clove oil application retarded lipid oxidation during 20 days of storage.

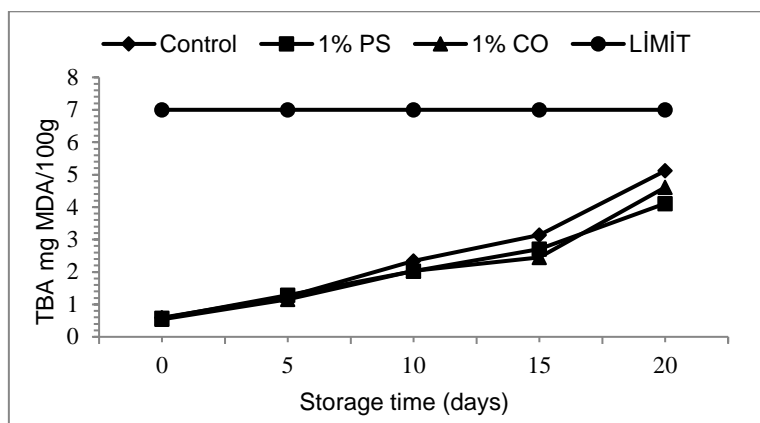


Figure 1. Changes in TBA values of potassium sorbate and clove oil treated crayfish samples during storage at 2°C. C control, PS1 1% (v/w) potassium sorbate, CO1 1% (v/w) clove oil.

3.1.2. Peroxide value (PV)

Peroxide value of crayfish samples treated with potassium sorbate and clove oil are shown in Figure 2. Initial peroxide values were 1.05, 0.93 and 0.91 meq O₂/kg for control, potassium sorbate and clove oil treated samples, respectively. As it seen, peroxide values of control samples increased sharply during storage period ($p < 0.05$). Peroxide values in both potassium sorbate and clove oil treated crayfish samples showed slightly increase throughout the storage period and there was no significant difference between these samples ($p > 0.05$). At the last stage of period, the peroxide values increased to 14.07, 7.30 and 7.19 meq O₂/kg for control, potassium sorbate and clove oil treated samples, respectively. It was clear that both potassium sorbate and clove oil showed antioxidant activity and they were very effective on lipid oxidation. The antioxidant activity of clove oil comes from its scavenging of free radicals and metal chelating ability (Chaieb et al., 2007). The antioxidant activity of potassium sorbate comes from its influence on the electroreduction of oxygen and its interaction with reactive oxygen species (Korotkova et al., 2006). Coban and Patir, 2013 found that lipid oxidation was higher in control samples than clove oil treated samples. Remisha et al., 2016 investigated the influence of potassium sorbate dip treatment on the shelf life of Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) during chill storage and they found that peroxide values of potassium sorbate dip treated samples were below the limit value of 10 meq O₂/kg (Varlık et al., 1993) during 18 days of chill storage.

Wu et al., 2019 reported that 0.2% potassium sorbate added chitosan coating significantly inhibited the increase in peroxide value of scallop during 8 days of cold storage.

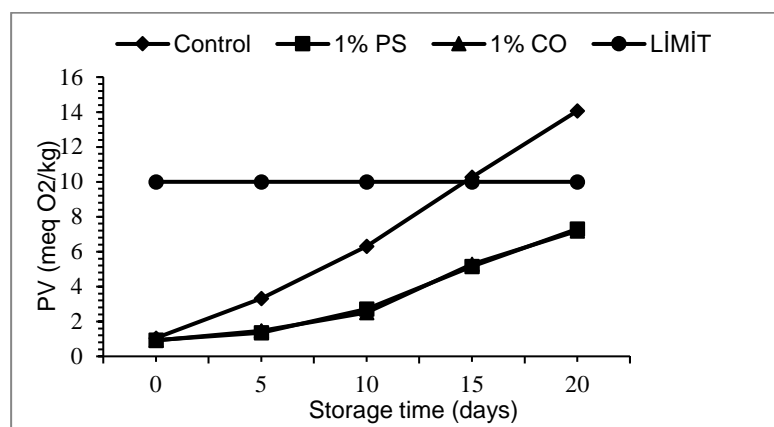


Figure 2. Changes in peroxide value of crayfish samples treated with potassium sorbate and clove oil during storage at 2°C. C control, PS1 1% (v/w) potassium sorbate, CO1 1% (v/w) clove oil.

3.1.3. Free fatty acid (FFA)

Lipolysis of triglycerides and phospholipids leads to formation of free fatty acids (FFA) (Pearson et al., 1983). Increasing of FFA content accelerates the oxidation of foods. FFA content of crayfish samples treated with potassium sorbate and clove oil are seen in Figure 3. At the beginning of the storage period, FFA content of control, PS1 and CO1 samples were 1.73, 1.30 and 1.31 oleic acid %, respectively. FFA content of control group was detected to be 1.73 oleic acid % and it was similar to the value reported by Remisha et al., 2016.

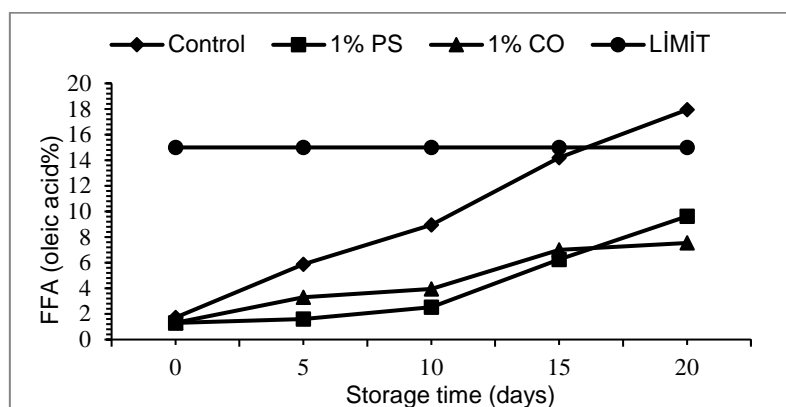


Figure 3. Changes in FFA content of crayfish samples treated with potassium sorbate and clove oil during storage at 2°C. C control, PS1 1% (v/w) potassium sorbate, CO1 1% (v/w) clove oil.

As it seen from Figure 3, there was a sharp increase in FFA content of control group but slight increase was observed in PS1 and CO1 group throughout the storage period. The increase in FFA content of control group was significantly ($p < 0.05$) higher than those of crayfish samples treated with potassium sorbate and clove oil. There was a significant difference between the PS1 and CO1 group during the storage period ($P < 0.05$). From day 0 to 15, the increasing rate of FFA content in PS1 group was slower than the control and CO1 group but between 15 and 20 days of storage, CO1 group had the lowest FFA content ($p < 0.05$). At the last stage of period, amounts of FFA were detected as 17.94, 9.62 and 7.54 oleic acid % for control, PS1 and CO1 groups, respectively. While FFA content of control group exceeded the acceptable limit value of 15 oleic acid % (Korkut et al., 2007) at day 20, PS1 and CO1 group did not reach the upper limit value. In this study, FFA value of PS1 group (9.62 oleic acid %) was smaller than the value of 13.9 oleic acid % which was the value of 1% potassium sorbate dip treated mackerel reported by Remisha et al., 2016. Gandotra et al., 2014 reported that 5% potassium sorbate dip treatment significantly reduced the formation of FFA in silver carp fillet stored for 30 days.

According to FFA results, potassium sorbate and clove oil delayed oxidative and hydrolytic deterioration due to their antioxidant characteristics.

3.2. Microbiological Analysis

3.2.1. Total aerobic mesophilic bacteria (TAMB)

At day 0, initial TAMB of control, PS1 and CO1 were 3.21, 3.25 and 3.17 log cfu/g, respectively (Figure 4.). Between the 5th and 15th days of storage there was a significant difference between TAMB of samples ($p < 0.05$). During the storage period, TAMB of all samples increased gradually and TAMB of treated samples were less than control samples ($p < 0.05$). Least TAMB was observed in 1% clove oil treated samples throughout the storage period. Unlike the potassium sorbate treatment, clove oil showed the highest antimicrobial activity and inhibitory effect on aerobic spoilage bacteria. The antimicrobial activity of clove oil comes from its eugenol, oleic acids and lipid content (Nzeako et al., 2006). Probably, eugenol damaged the cell walls of bacteria by denaturing proteins and inhibited the growth of gram-positive and gram-negative bacteria by increasing membrane permeability (Nowak et al., (2012); Nunez and Aquino, (2012)). After 10 days of storage, control group exceeded the acceptable limit value of 6 log cfu/g (ICMSF, 1986). At the end of the storage period TAMB of control, PS1 and CO1 samples reached

to 7.74, 5.31 and 4.85 log cfu/g, respectively. While control samples were microbiologically unacceptable, TAMB of PS1 and CO1 samples were below the limit value and there was no significant difference between TAMB of treated samples ($p>0.05$). Results showed that both potassium sorbate and clove oil were very effective in maintaining the microbial quality of crayfish during 20 days of cold storage. Reduction in TAMB of PS1 samples can be attributed to the antibacterial action of potassium sorbate on aerobic spoilage bacteria (Yesudhasan et al., 2010).

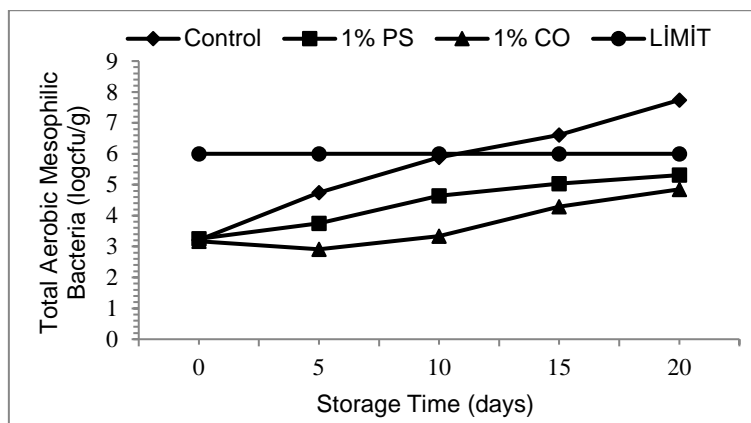


Figure 4. Changes in total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) of crayfish samples treated with potassium sorbate and clove oil during storage at 2°C C control, PS1 1% (v/w) potassium sorbate, CO1 1% (v/w) clove oil.

Our results are in agreement with the findings of Remisha et al., (2016); Omojowo et al., (2009a). Remisha et al., (2016) reported that TAMB of 1% potassium sorbate treated Indian mackerel samples were lower than that of control samples during 18 days of cold storage. On the other hand, Omojowo et al., (2009a) found that microbial counts of potassium sorbate treated catfish samples were lower than citric acid treated catfish samples. Omojowo et al., (2009b) reported that potassium sorbate treated smoked catfish showed lowest microbial count than control and sodium metabisulphite treated samples during 8 weeks of storage.

3.2.2. Psychrophilic bacteria count (PBC)

Psychrophilic bacteria counts of control and treated samples are seen in Figure 5. The initial PBC were recorded as 2.96, 2.95 and 2.88 log cfu/g for control, PS1 and CO1 samples, respectively. The PBC showed an increase in all samples during storage period ($p<0.05$). Clove oil treated samples showed significantly lower ($p<0.05$) psychrophilic counts than control and potassium sorbate treated crayfish samples over storage period. The lower count in clove oil treated samples might be due to the antimicrobial action of clove oil. Similarly, Gandotra et al., (2014) reported that 5% potassium sorbate dip treatment was very effective in eliminating the growth of psychrophilic bacteria. Coban et al., (2018) reported that the addition of 1% clove oil inhibited the growth of psychrophilic bacteria in frozen trout fillets.

The PBC of control samples were high during 20 days of cold storage and control samples exceeded the acceptable limit value of 6 log cfu/g (ICMSF, 1986) after 10 days of storage. At the last stage of storage, PBC of control, PS1 and CO1 samples were 7.29, 4.96 and 4.75 log cfu/g, respectively and there was no significant difference among PBC of PS1 and CO1 samples ($p>0.05$). During 20 days of cold storage, PBC of PS1 and CO1 samples remained under the acceptable limit value.

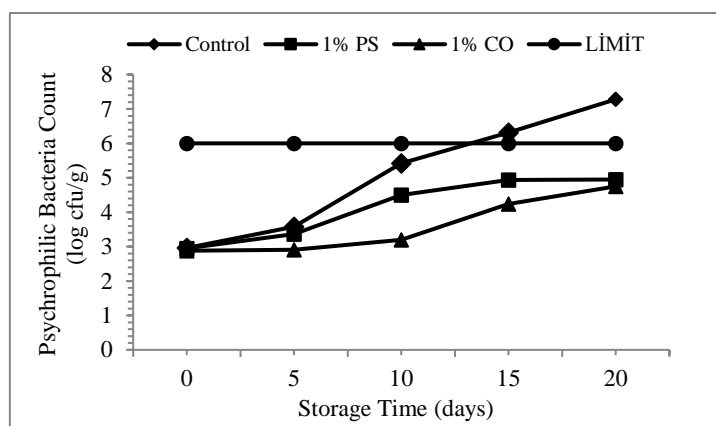


Figure 5. Changes in psychrophilic bacteria counts (PBC) of potassium sorbate and clove oil treated crayfish samples during storage at 2°C. C control, PS1 1% (v/w) potassium sorbate, CO1 1% (v/w) clove oil.

3.2.3. Yeast and mold count

Yeast and mold counts increased from the initial value of 2.16 to 4.34 log cfu/g for control, 2.19 to 3.75 log cfu/g for PS1 samples. As the storage days progressed, mold and yeast counts of CO1 samples decreased from 2.17 to 1.85 log cfu/g (Figure 6.). Clove oil treated samples showed lowest counts during 20 days of cold storage ($p < 0.05$). Similarly, Coban et al., 2018 reported that clove oil treated rainbow trout fillets had significantly lower yeast and mold counts compared to control samples during six months of frozen storage.

Clove oil efficiently suppressed the growth of yeast and mold on chilled crayfish. The level of mold contamination in potassium sorbate treated samples could metabolize potassium sorbate thus reduced its fungistatic effect (Hasan and Abdolgader, 2012).

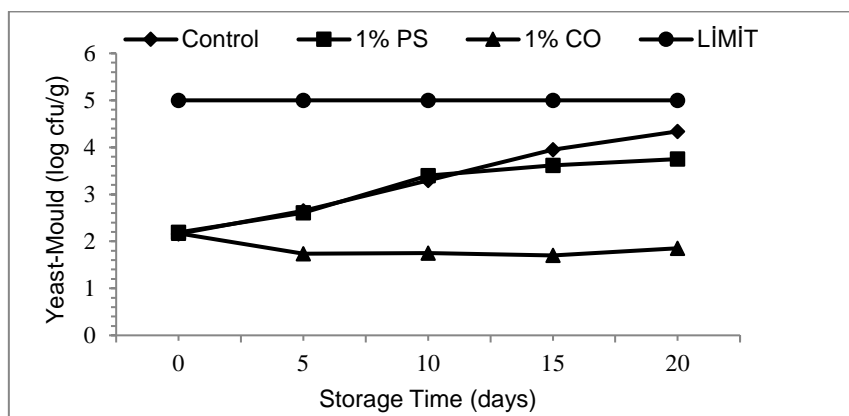


Figure 6. Changes in yeast and mold counts of crayfish samples during 20 days of storage at 2°C. C control, PS1 1% (v/w) potassium sorbate, CO1 1% (v/w) clove oil.

Between the zero and 10th days of storage, there were no significant differences between the control and potassium sorbate treated samples ($p > 0.05$). At day 15 and 20, significant differences were observed between control and potassium sorbate treated samples ($p < 0.05$). All samples were below the acceptable limit value of 5 log cfu/g (Stagnitta et al., 2006).

1% clove oil treatment was more effective than 1% potassium sorbate treatment in preventing growth of molds and yeast throughout the storage period. Clove oil showed strong antifungal activity due to its eugenol content. Eugenol content changed cell wall structures of yeast cells by increasing membrane permeability (Hyldgaard et al., 2012).

4. Conclusion

In this research, antioxidant and antibacterial effects of potassium sorbate and clove oil on the quality characteristics of crayfish samples stored at 2°C for 20 days were compared. Both 1% potassium sorbate and 1% clove oil application retarded lipid oxidation during 20 days of storage. Clove oil treated samples had significantly lower ($p < 0.05$) psychrophilic counts (4.75 log cfu/g) than the control and potassium sorbate treated crayfish samples during storage period.

1% clove oil treatment was found to be potentially more effective than 1% potassium sorbate treatment on preventing growth of total aerobic mesophilic bacteria, psychrophilic bacteria, mold-yeast and on improving the quality of crayfish samples under cold storage conditions. Clove oil can be used in seafood preservation as a natural preservative agent.

References

- Anand, S. P., & Sati, N. (2013). Artificial preservatives and their harmful effects: looking toward nature for safer alternatives. *International Journal of Pharmaceutical Sci. and Research*, 4(7), 2496-2501.
- AOCS. (1989). Official methods and recommended practices of American oil chemist's society-(5th ed). A.O.C.S. Champaign USA
- Arrijani, K., & Kapahang, A. (2017). Characteristics of clove leaf essential oil (*Eugenia aromatica* o.k) in various range of elevation. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 5(5), 27-32. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000500004>
- Ceylan, Z., Sengor, G. F. U., Basahel, A., & Yilmaz, M.T. (2018). Determination of quality parameters of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fillets coated with electrospun nanofibers. *Journal of Food Safety*, 38, e12518. <https://doi.org/10.1111/jfs.12518>
- Chaieb, K., Hajlaoui, H., Zmantar, T., Kahla-Nakbi, A. B., Rouabhia, R., Mahdouani, K., & Bakhrouf, A. (2007). The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): A short review. *Phytotherapy Research*, 21, 501-506. <https://doi.org/10.1002/ptr.2124>
- Coban, O. E., & Patir, B. (2013). Antimicrobial and antioxidant effects of clove oil on sliced smoked *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Consumer and Protection Food Safety*, 8(3), 195-199. <https://doi.org/10.1007/s00003-013-0823-2>
- Coban, O. E., Ozpolat, E., & Kuzgun, N. K. (2018). The effect of clove oil on frozen storage stability and quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(1), 31-35. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2018.35.1.06>
- Dabija, A., Ardelean, M., Poroach-Seritan, M., Oroian, M. A., Buculei, A., Rebenciuc, I., Marti, D. T., Lobiuc, A. (2019). Effect of rosemary, clove and oregano oil on the preservation of vacuum-packaged hot smoked trout. *Farmacia*, 67 (5), 794-800. <https://doi.org/10.31925/farmacia.2019.5.7>
- Dandago, M.A., Garba, R., Bahago, E.J., & Komolafe, G.O. (2004). Analysis of specific food commodities. In: Balami, T.A. (Ed.), Practical manual on food technology, nutrition and dietetics for schools and industries. National Science and Technology forum, Kaduna. Pp. 225-226.
- Fernandez-Lopez, J., & Viuda-Martos, M. (2019). Introduction to the special issue: Application of essential oils in food systems. *Foods*, 7, 56, 1-4. <http://doi.org/10.3390/foods7040056>
- Gandotra, R., Gupta, V., Koul, M., Gupta, S., & Uz-zaman, R. (2014). Studies on the effect of potassium sorbate treatment on Fillets of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Biolife*, 2 (2), 702-707.
- Gencelep, H., Andic, S., & Kose, S. (2014). Effects of potassium sorbate application on shelf life and biogenic amines of pearl mullet (*Chalcalburnus tarichi* Pallas, 1811) fillets packaged with vacuum. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 23 (4), 347-357. <http://doi.org/10.1080/10498850.2012.719588>
- Harrigan, W. F., & McCance, M. E. (1976). Laboratory methods in food and dairy microbiology. London: Academic Press Inc.
- Hasan, S. M., & Abdolgader, R. A. (2012). Study of weak acid preservatives and modified atmosphere packaging (MAP) on mold growth in modal agar system. *Food and Nutrition Sciences*, 3, 802-809. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.36108>

- Hyldgaard, M., Mygind, T., & Meyer, R. L. (2012). Essential oils in food preservation: mode of action, synergies, and interactions with food matrix components. *Frontiers in Microbiology*, 3(12), 1-24. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00012>
- ICMSF. (1986). International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Microorganisms in foods 2. Sampling for microbiological analysis, 2nd edition, University of Toronto Press, Toronto.
- Korkut, A. Y., Kop, A., & Demir, P. (2007). Fish oil, used in fish feeds and its characteristics. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 24, 195-199. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2007.24.1.5000156659>
- Manju, S., Gopal, T. K. S., Jose, L., Ravishankar, C. N., & Kumar, K. A. (2007). Nucleotide degradation of sodium acetate and potassium sorbate dip treated and vacuum packed black pomfret (*Parastromateus niger*) and pearlspot (*Etroplus suratensis*) during chill storage. *Food Chemistry*, 102, 699-706. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.059>
- Meral, R., Ceylan, Z., & Kose, S. (2019). Limitation of microbial spoilage of rainbow trout fillets using characterized thyme oil antibacterial nanoemulsions, *Journal of Food Safety*, 39, e12644. <https://doi.org/10.1111/jfs.12644>
- Nowak, K., Ogonowski, J., Jaworska, M., & Grzesik, K. (2012). Clove oil-properties and applications. *Chemik*, 66(2), 145-152.
- Nzeako, B. C., Al-Kharousi, Z. S. N., & Al-Mahrooqui, Z. (2006). Antimicrobial activities of clove and thyme extracts. *Sultan Qaboos University Medical Journal*, 6, 33-39.
- Nunez, L., & Aquino, M. D. (2012). Microbicide activity of clove essential oil (*Eugenia caryophyllata*). *Brazilian Journal of Microbiology*, 1255-1260. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822012000400003>
- Omojowo, F. S., Omojasola, F., Idris, G. L., & Ihuahi, J. A. (2009a). Evaluation of citric acid and potassium sorbate as preservatives on the safety and shelf life of smoked catfish. *Nature Sciences*, 7(11), 1-8.
- Omojowo, F. S., Libata, Idris G. L., & Ihuahi, J. A. (2009b). Comparative assessment of potassium sorbate and sodium metabisulphite on the safety and shelf life of smoked catfish. *Nature Sci.*, 7(10), 10-17.
- Pearson, A. M., Gray, J. J., Wolzak, A. M., & Horenstein, N. A. (1983). Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. *Food Technology*, 37(7), 121-129.
- Remisha, O., Biji, K. B., Gupta, S. K., James, J. P., & Mathew, S. (2016). Applications of potassium sorbate dip treatment for the extension of shelf life of Indian mackerel (*Rastrelliger kanagartha*) during chill storage. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, 2(11), 1874-1883.
- Sampels, S. (2015). The effects of storage and preservation technologies on the quality of fish products: A review. *Journal of Food Process and Preservation*, 39, 1206-1215. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12337>
- Stagnitta, P. V., Micalizzi, B., Guzmán, D., & Stefanini, A. M. (2006). Prevalence of some bacteria yeasts and molds in meat foods in San Luis, Argentina. *Central European Journal of Public Health*, 14(3), 141-144.
- Tarladgis, B. G., Watts, B. M., & Younathan, M. T.L. R., & Dugan, Jr. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 37(1), 44-48.
- Varlık, C., Ugur, M., Gokoglu, N., & Gun, H. (1993). Quality control principles and methods in fisheries, Food Technology Association Publication No: 17, Detay Printing House, Ankara, 174p.
- Wu, Z., Liu, Y., Yua, M., Yina, F., Liu, Z., Li, A., Zhou, D., Zhu, B., & Shahidic, F. (2019). Effect of chitosan coatings incorporated with antioxidants of bamboo leaves and potassium sorbate on lipid oxidation and hydrolysis of scallop (*Chlamys farreri*) during refrigerated storage. *Journal of Food Bioactives*, 8: 66-73. <https://doi.org/10.31665/JFB.2019.8208>
- Yesudhasan, P., Gopal, T. K. S., Ravishankar, C. N., Lalitha, K.V., & Kumar, A. (2010). Effect of potassium sorbate and modified atmosphere packaging on the shelf-life extension of seer fish (*Scomberomorus commerson*) steaks during iced storage. *Journal of Food Biochemistry*, 34, 399-424. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2009.00288.x>
- Yetim, H. (1996). Use of sorbic acid in fresh fish preservation. *Food*, 21(3), 205-213.
- Yetim, H. (2002). Food Analysis, Faculty of Agriculture, Erzurum: Atatürk University Publications. No: 227.

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ YAYIN İLKELERİ*

1. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 1995 yılında yayın hayatına başlamış bir bilimsel araştırma dergisidir Dergide, tarım bilimleri (Bahçe Bitkileri, Bitki Koruma, Biyosistem Mühendisliği, Gıda Mühendisliği, Peyzaj Mimarlığı, Su Ürünleri Mühendisliği, Tarla Bitkileri, Tarımsal Biyoteknoloji, Tarım Ekonomisi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Zootečni) alanında düzenli olarak Mart, Haziran, Eylül ve Aralık aylarında yılda dört sayı yayımlanan uluslararası hakemli bir dergidir.
2. Dergimizde Türkçe ve İngilizce yazılmış Araştırma Makalesi, Teknik Not ve Derlemeler yayımlanır.
3. Yayımlanmak üzere gönderilen makalelerin herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere herhangi bir dergiye gönderilmemiş olması zorunludur. On yıldan eski çalışmalar değerlendirilmeye alınmaz.
4. Dergiye yayımlanmak üzere gönderilen bir araştırma makalesi; Başlık, Türkçe ve İngilizce Özet, Giriş, Materyal ve Yöntem, Bulgular, Tartışma ve Sonuç ve Kaynaklar ana başlıkları altında hazırlanmalıdır. Bulgular ve Tartışma kısmı birlikte de yazılabilir.
5. Araştırma Makalesi 2500-5000, Derleme 4.000-7000 ve Teknik Not 1000-2500 kelime sayısı sınırları içerisinde olmalıdır.
6. Derlemeler bilimsel dergilerde yayımlanmış bilimsel yazıların, çalışmaların veya güncel gelişmelerin belirtilen konuda yoğun çalışmaları bulunan deneyimli yazarlarca (sorumlu yazarın derleme konusu ile ilgili Uluslararası hakemli dergilerde en az 5 özgün makaleye sahip olması şartı aranır) yapılan bir sentezi, yorumu ve durum değerlendirmesi şeklinde olmalıdır. Her sayıda basılan makale sayısının en fazla % 10'u kadar derlemeye yer verilir.
7. Araştırma makalesi olarak dergimize gönderilen çalışmalar lisansüstü tezlerden üretilmiş ise bu durum ilk sayfada dipnot olarak verilmelidir.
8. Dergimiz **Açık Kaynak Yayın Politikası** benimsemektedir.
9. Dergimizde yayımlanacak makalelerin bilimsel etik kuralları içerisinde olması gerekmektedir. Makaleler, uluslararası kabul görmüş bilim etik kurallarına uygun olarak hazırlanmalıdır.
10. Etik Kurul Raporu gerekli hallerde (doğrudan/dolaylı olarak hayvan ile ilişkili olan çalışmalar) raporun bir kopyası metin ile birlikte gönderilmelidir.
11. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisine gönderilen makaleler intihal raporu iThenticate yazılımı aracılığıyla kontrol edilir. Makalenin Benzerlik İndeksi (SI) < % 20; Her bir benzerlik oranı (alıntı yapılan her bir kaynak) ise \leq % 5 olmalıdır. Benzerlik indeksi belirtilen düzeylerin üzerinde ise ilgili yazar/yazarlara makale iade edilir (Bir makale için en fazla 3 benzerlik taraması yapılır). Bu konuda yeterli düzeltmelerin 10 gün içerisinde yapılmaması halinde makale reddedilir. İntihal, makalenin yayımlanmasından sonra ispatlanırsa, o makale derhal web sitesinden çekilecek ve kaldırılacaktır ve ilgili yazar/yazarlar, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisine beş yıl süre ile makale gönderemeyeceklerdir.
12. Makalede yer alan tüm yazarlar, çalışmalarının yayın haklarını Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi'ne verdiklerine dair Telif Hakları Formu'nu imzalamalıdır. Telif Hakkı Formu yazarlar tarafından gönderilmediği sürece çalışma değerlendirmeye alınmaz.
13. Değerlendirme süreci tamamlanan makaleler, geliş tarihi dikkate alınarak yayımlanır. Makaleler yayına hazır hale geldikleri andan itibaren yayımlanması planlanan ilk sayıya eklenirler; ancak tüm makaleler tamamlandıktan sonra ilgili sayı toplu halde yayımlanır.
14. Mizanpaj çalışması sırasında yazar(lar)a gönderilecek olan kontrol ve düzeltme amaçlı gönderilere (matbaa provası), en geç 15 gün içerisinde cevap verilmelidir. Belirtilen sürede cevap vermeyen yazar(lar)ın makaleleri daha sonraki sayıda değerlendirilmek üzere ötelenir.
15. Basımına karar verilen eserde ekleme ve çıkarma yapılamaz. Bir yazarın aynı sayıda sorumlu yazar olarak bir (1), sorumlu yazar olmadan da bir (1) eseri olmak üzere en fazla iki eseri basılabilir. Yayımlanan eserin tüm sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.
16. Basım masrafları olarak eser başına 300 TL ya da 60 \$ alınır.

ESER BAŞVURUSU

Makale Hazırlama

1. Dergimizde yayımlanmak üzere gönderilen eserler dergi yazım kurallarına göre hazırlanmalıdır. Yazım ilkelerine uygun olmayan çalışmalar hakem değerlendirme sürecine alınmadan yazarlara iade edilir. **YAZIM KURALLARI VE İLGİLİ ŞABLON için "https://dergipark.org.tr/yyutbd/writing-rules"** web adresine gidiniz.
2. Dergimizde yazım dili Türkçe ve/veya İngilizce olup makale metni anlaşılabilir, yalın ve akıcı bir tarzda ilgili alandaki teknik ifadelerle kaleme alınmalıdır. Gereksiz ve çok bilinen bilgilerden ve gereksiz kaynaklardan kaçınılmalıdır ve daha önce yayımlanmış veri, formül ve sonuçlara atıf yapılarak alıntı yapılmalıdır. Zorunlu ya da istisnai haller dışında 15 yıldan eski kaynak kullanılmamalıdır. Kaynak sayısı her 1000 kelime için 6 adetten fazla olmamalıdır.
3. Kaynaklar bölümündeki dergi isim kısaltmaları "**Web of Science Kısaltmaları**" a uygun düzenlenmelidir. Makaleye özgü veya ilgili alanda kullanılan kısaltmalar, ilk geçen yerde parantezde belirtilmelidir. Tüm makalelerde SI (International System of Units) ölçü birimleri ve ondalık kesir olarak nokta kullanılmalıdır (1,25 yerine 1.25 gibi). Binler basamağını ayırmak için boşluk kullanılmalıdır (100000 yerine 100 000).
4. Baskı için, resimlerin kaliteli kopyaları (JPG veya TIFF formatında 300 dpi) ek dosya olarak gönderilmelidir.
5. Dergi yazım kuralları aynı zamanda baskı formatıdır. Bu nedenle yazım kurallarının yazarlarca dikkatle uygulanması gerekmektedir. Yazım kurallarına uygun olmayan makaleler, yazarlara geri gönderilecektir.

**PUBLICATION GUIDLINES OF
YUZUNCU YIL UNIVERSITY JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES***

1. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences* is a scientific research journal that has been published in 1995. Journal of Agricultural Sciences (Agricultural Biotechnology, Agricultural Economics, Animal Science, Biosystems Engineering, Field Crops, Fisheries Engineering, Food Engineering, Horticulture, Landscape Architecture, Plant Protection, Soil Science and Plant Nutrition) is a refereed international journal published four times a year in March, June, September and December.
2. Research articles, technical notes and reviews written in Turkish and English are published in our journal.
3. Articles submitted for publication must not be published elsewhere or sent to any journal for publication. Older studies more than ten years are not accepted to evaluate.
4. A research paper submitted to the journal for publication have following sections; Turkish and English Abstract, Introduction, Material and Method, Results, Discussion and Conclusion and References. Results and Discussions can either be combined into one section.
5. Research Article 2500-5000 words, Reviews 4.000-7000 words and Technical Note must be within the limits of 1000-2500 words.
6. Reviews should include a synthesis, interpretation, and evaluation of previous scientific studies and current developments by experienced authors in the field of research area (the corresponding author of the review should have at least 5 research articles in international refereed journals). Reviews published up to 10% of the number of articles published in each issue.
7. If the research paper is summarized from graduate theses, this should be given as a footnote on the first page.
8. Our journal adopts the **Open Source Publication Policy**.
9. The articles published in our journal must comply with the scientific ethics rules. Manuscripts should be prepared in accordance with internationally accepted code of ethics.
10. A copy of the report should be submitted with the manuscript in the studies where the Ethics Committee Report is required (studies related directly / indirectly to the animal).
11. The articles submitted to *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences* are controlled through the iThenticate software. Similarity Index (SI) of the article should be <20%; Each similarity ratio should be $\leq 5\%$. If the similarity index is above the acceptable limits, the article will be returned to the author(s) (no more than 3 plagiarism scans are performed for an article). If revisions are not made within 10 days, the article will be rejected. If the plagiarism is proved after the publication of the article, that article will be withdrawn and removed from the website immediately and the author(s) will not be able to submit a paper for a period of five years to the *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*.
12. All authors should sign the Copyright Form for the publication rights of their article to the *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*. The article will not be taken into consideration unless the Copyright Form is submitted by the authors
13. The articles whose evaluation process is completed are published considering the date of submission. The articles are added to the first issue scheduled to be published as soon as they are ready for publication. The volume is published, after all articles will be published in the same volume are completed.
14. Response to control and correction postings to be sent to the author (s) during the page-layout the study should be replied within 15 days at the latest. The articles of the author (s) who are not responding within the specified period of time shall be forwarded for further volumes.
15. No changes are allowed in the study that is decided to be published. An author can publish a maximum of two study as a corresponding author, one without a corresponding author. The responsibility of the published study belongs to the author (s).
16. The publication fee is 300 TRY or 60 \$ per article.

MANUSCRIPT SUBMISSION

Manuscript preparation

1. Articles submitted for publication in our journal should be prepared according to the journal writing rules. The study which are not in accordance with the writing rules will be returned to the authors and will not be accepted for peer-review. **WRITING RULES AND TEMPLATE** are at this web adress "<https://dergipark.org.tr/yvutbd/writing-rules>".
2. In our journal, the writing language is Turkish and / or English. A good quality of scientific writing is required. The research must be understandable by a general scientific readership and by specialists. The research problem is identified, existing knowledge relevant to the problem is analyzed, the hypothesis is clear. Sentences are simple, short and direct, the style is concise and precise. Unnecessary and well-known info and unnecessary references should be avoided. Previously published data should be cited with reference to the formula and results. No reference of over 15 years should be used except for compulsory or exceptional cases. **The number of references should not be more than 6 per 1000 words.**
3. Journal name abbreviations in the reference section should be arranged in accordance with "**Web of Science Abbreviations**". Abbreviations used in the article should be written in full and provide in the parenthesis in the first mention. In all articles, the SI (International System of Units) units of measure and the decimal point must be used as a decimal fraction (1.25 instead of 1.25). Blank should be used to separate the thousands (100 000 instead of 100000)
4. For printing, quality copies of pictures (300 dpi in JPG or TIFF format) should be sent as an additional file.
5. Journal writing rules are also print format. Therefore, the rules of writing should be prepared carefully by the authors. Articles that do not comply with the writing rules will be sent back to the authors.

MAKALE GÖNDERİMİ ve TELİF HAKKI DEVİR SÖZLEŞMESİ

Yazarlar tarafından Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisine iletilen “*Makale Gönderimi ve Telif Hakkı Devir Sözleşmesi*”, bu çalışma basıma kabul edildikten sonra yazar(lar)ın her türlü yayınlama yetkisinin YYÜ Tarım Bilimleri Dergisine devredildiğini açıkça ve yazılı olarak ifade etmektedir. Dolayısı ile sözleşme niteliğindeki aşağıdaki form, dergiye gönderilen her makale için doldurulmalı ve tüm yazarlar tarafından imzalanmalıdır.

Makale Başlığı:

olan makale, “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri” dergisinde basılmak üzere gönderilmiştir.

Bu makalenin YYÜ, Tarım Bilimleri dergisi “Yazım Kuralları”na uygun olarak hazırlandığını onaylarız. Bu makale orijinal olduğunu, son haliyle basılı ve elektronik olarak daha önce yayınlanmadığını ve başka bir dergide yayınlanmak üzere değerlendirme aşamasında olmadığını taahhüt ederiz. Bildiğim(iz) kadarıyla bu makale herhangi bir mevcut telif hakkı, diğer üçüncü taraf hak, iftira niteliğinde, müstahcen veya başka yasadışı nitelikte herhangi bir materyal içermez; bu makale başkalarının haklarını ihlal etmez.

Makale “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri ” dergisinde basıma kabul edildikten sonra, yazar(lar) olarak; makale ile ilgili tüm hakları, “telif hakkı devir” yasaları uyarınca, YYÜ-Ziraat Fakültesine devretmeyi kabul ediyoruz. Ancak, bu makalenin YYÜ, Tarım Bilimleri dergisi tarafından yayımlandığına dair referans verilmesi şartıyla aşağıdaki haklarımız saklıdır:

- Basılmış makalenin tamamı veya bir bölümü yazar(lar) tarafından çoğaltılarak ders materyali olarak kullanılabilir.
- Basılmış makalenin tamamı veya bir bölümü yazar(lar) tarafından yazılan bir derleme veya ders kitabında yeniden kullanılabilir.
- Basılmış makalenin tamamı veya bir bölümü çalıştığımız kurumun yayınladığı yayınlarda yeniden kullanılabilir.

Ancak, yayınlanan makalenin doğrudan kullanımı söz konusu olduğunda, YYÜ-Ziraat Fakültesi’ne bildirim yapılmalıdır.

Bu koşullar altında yapılacak kopyaların da, bu telif hakkı devir koşullarını taşıyacağını ve asıl telif hakkı sahibinin YYÜ-Ziraat Fakültesi olduğunu kabul ediyoruz. Diğer telif hakkı sahip(ler)inde olan; her türlü yöntem, şekil, çizelge ve/veya fotoğraflar ile benzeri materyalin bu makalede kullanılabilmesi için yazılı izin alındığını, YYÜ-Ziraat Fakültesine tarafından talep edilirse bunların belgeleneceğini ve bu materyal için YYÜ-Ziraat Fakültesinden ücret istenmeyeceğini yazar(lar) olarak taahhüt ederiz.

Adı Soyadı :

İmza Tarih:

Adı Soyadı :

İmza Tarih:

Adı Soyadı :

İmza Tarih:

Adı Soyadı :

İmza Tarih:

(Bu form, makaledeki tüm yazarlar tarafından imzalanmış olarak makale ile birlikte “Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri” dergisine gönderilmelidir)

LÜTFEN İMZALANMIŞ SÖZLEŞMEYİ AŞAĞIDAKİ ADRESE GÖNDERİNİZ: (Faks veya E-posta gönderilebilir)

Tarım Bilimleri Dergisi

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Telefon: (432) 225 13 92

Faks: (432) 225 11 04

E-posta: zyaykom@yyu.edu.tr, yyujagrsci@gmail.com

65080, Kampus, VAN

MANUSCRIPT SUBMISSION AND COPYRIGHT ASSIGNMENT FORM

“*Manuscript Submission and Copyright Release Agreement*” sent to Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences from author(s) clearly states in writing to enable the journal to ensure that it has the exclusive distribution rights of the authors’ work after the article is accepted for publication. Therefore, the following agreement form must be filled and signed by author(s) for each article submission made to the journal.

The article title:.....

is herewith submitted for publication to “*Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*”.

We affirm that the article has been prepared in accordance with Author Instructions of Journal of Agricultural Sciences, YYU. We hereby also warrant and undertake that the article is original, and has not been published before, and it is not under consideration for publication in its final form in printed and electronic form. This Article contains no violation of any existing copyright or other third party right or any material of an obscene, libelous or otherwise unlawful nature and that to the best of my knowledge; this article does not infringe the rights of others.

When the article is accepted for publication, we as the authors, hereby agree to transfer all rights under existing copyright laws to the Journal-Yuzuncu Yil University, Turkey. Provided that the reference be given to Journal of Agricultural Sciences, the following rights reserved:

- a. The right to make further copies of all or part of the published article for our use in classroom teaching.
- b. The right to reuse all or part of this material in a compilation of our own works or in a textbook of which we are the author.
- c. The right to reuse all or a portion of the published article in publications of the institution.

For clarity, we shall inform the Journal of Agricultural Sciences, YYU-Turkey if we directly use of the published article.

We hereby agree that copies made under these circumstances will continue to carry the copyright notice that appeared in the original published work. We certify that we have obtained written permission for the use of text, tables, figures and/or photographs etc. from any copyright source(s), and we also agree to supply such written permission(s) to inform YYU-College of Agriculture, Turkey upon request. We as the authors, hereby affirm that we will not ask for monetary return from YYU-College of Agriculture, Turkey for the use of this material.

Name :
Signed Date :

Name :
Signed Date :

Name :
Signed Date :

Name :
Signed Date :

Name :
Signed Date :

(This form must be signed by all authors and returned to the Editor Office of Yuzuncu Yil University, Journal of Agricultural Sciences)

PLEASE RETURN A SIGNED COPY OF THIS FORM TO:

(a fax or an email is acceptable, but the original must follow within 7 days)

Journal of Agriculture Sciences
Yuzuncu Yil Univeristy
Faculty of Agriculture
Phone: +90 432 225 13 92
Fax: +90 432 225 11 04
Email: yyujagrsci@gmail.com
65080, Campus, VAN, TURKEY

YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ, TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ
(YUZUNCU YIL UNIVERSITY, JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES)
İÇİNDEKİLER
(CONTENTS)

Araştırma Makaleleri/ Articles

- **Pretreatment Effect on Amelioration of Seed Germination of Zollinger's Indigo (*Indigofera zollingeriana* Miq.)** 1-8
- Indigofera zollingeriana'nın Tohum Çimlenmesinde Ön İşlem Etkisinin İyileştirilmesi
Siti MAESAROH, Nurdan ŞAHİN DEMİRBAĞ
- **The Effects of Farmyard Manure and Green Manure Applications on Some Soil Physical Properties** 9-17
- Çiftlik Gübresi ve Yeşil Gübre Uygulamalarının Bazı Toprak Fiziksel Özelliklerine Etkileri
Metin MÜJDECİ, Azra Cevahir DEMİRCİOĞLU, Pelin ALABOZ
- **Çilek Meyve ve Yaprak Mikro Besin Elementlerinin Farklı Sulama Seviyeleri ile Biyo-aktivatör Uygulamasına Tepkileri** 18-29
- The Reactions of Strawberry Fruit and Leaf Micronutrients under Different Irrigation Levels and Bio-activator Application
Eser ÇELİKTOPUZ, Bülent ÖZEKİCİ
- **Response to Integrated Poultry-Vegetable Farming Practice Advocacy in Delta State, Nigeria**..... 30-43
- Nijerya, Delta Eyaletinde Entegre Kümes Hayvanı Yetiştiriciliği-Sebze Tarımı Uygulaması Savunuculuğuna Yanıt
Albert Ukaro OFUOKU, Oluwasen Ijeoma EKORHI-ROBINSON
- **Depolama Süresinin Farklı Kurutma Yöntemleri ile Kurutulmuş Kamkat Dilimlerinin Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi** 44-56
- Effect of Storage Time on Some Quality Characteristics of Dried Kumquat Slices by Different Drying Methods
Demet YILDIZ TURGUT, Ayhan TOPUZ
- **Gökçeada Sığ Sularında Bulunan İsparoz, *Diplodus annularis* Larva ve Juvenillerinin Günlük Yaş ve Büyüme Özellikleri** 57-67
- Daily Age and Growth Rates of Larval and Juvenile Annular Seabream, *Diplodus annularis* Inhabiting the Gökçeada Shallow Waters
Hakan AYYILDIZ, Aytaç ALTIN
- **Seed Priming with Salicylic Acid Improves Germination and Growth of *Lathyrus sativus* L. under Salinity Stress** 68-79
- Tuzluluk Stresi altında *Lathyrus sativus* L.'nin Çimlenme ve Büyümesini İyileştirmede, Salisilik Asit ile Tohum Priming Uygulaması
Sina Siavash MOGHADDAM, Amir RAHIMI, Latifeh POURAKBAR, Faegheh JANGJOO
- **Türkiye Antepfıstığı Sektörünün Eşanlı Model Yöntemiyle Tahmini** 80-89
- Simultaneous Model Estimation of Turkey Pistachio Sector
Okan TEMEL, Adem AKSOY
- **Planning and Design of Prefabricated Beef Cattle Barns Constructed by Lightweight Concrete for Cold Climate Regions** 90-99
- Soğuk İklim Bölgelerine Uygun Hafif Beton ile Yapılan Prefabrik Sığır Ahırlarının Planlanması ve Tasarımı
Hasan ER, Yasemin KUŞLU
- **Analysis of the Nexus in Agricultural Insurance Welfare and Climate Change Adaptation Decision: Evidence from Nigeria** 100-114
- Tarım Sigortaları Refahı ve İklim Değişikliğine Uyum Kararında Nexus Analizi: Nijerya
Theophilus Miebi GBİGBİ, Ifeanyi IKECHUKWUKA
- **Investigation of Socio-Economic Characteristics of Wheat Producers on Certified Seed Use: The Case of Ankara Province** 115-123
- Buğday Üreticilerinin Sertifikalı Tohum Kullanımına Etki Eden Sosyo-Ekonomik Özelliklerin İncelenmesi: Ankara İli Örneği
Celal CEVHER, Bülent ALTUNKAYNAK
- **Maya Hücreleri (*Saccharomyces cerevisiae*) ile Enkapsüle Edilen Karvakrolün Yapısal, Konformasyonel ve Antiradikal Özelliklerinin Belirlenmesi** 124-135
- Determination of Structural, Conformational and Antiradical Properties of Carvacrol Encapsulated with Yeast Cells (*Saccharomyces cerevisiae*)
Kevser KARAMAN
- **Kayısıda (*Prunus Armeniaca* L.) Metil Jasmonat, Sitokinin ve Lavanta Yağı Uygulamalarının Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri** 136-146
- The Effects of Methyl Jasmonate, Cytokinin and Lavender Oil Applications on Postharvest Physiology in Apricot Fruit (*Prunus armeniaca* L.)
Şeyda ÇAVUŞOĞLU, Fırat İŞLEK, Nurettin YILMAZ, Onur TEKİN
- **Van Bölgesinde Yetişen *Allium schoenoprasum* L. Bitkisinin Toplam Flavonoid, DPPH Radikal Söndürme, Lipid Peroksidasyonu ve Antimikrobiyal Aktivitesinin Araştırılması** 147-155
- Investigation of Total Flavonoid, DPPH Radical Scavenging, Lipid Peroxidation and Antimicrobial Activity of *Allium schoenoprasum* L.
Plant Growing in Van Region
Yılmaz KOÇAK, Gökhan OTO, İsmet MEYDAN, Hamdullah ŞEÇKİN
- **Tohumluk Patates (*Solanum tuberosum* L.) Üretiminde Optimizasyonu: Dikim Öncesi Gibberellik Asit Uygulamaları ile Dikim Sıklığının Etkileri** 156-165
- Optimization of Seed Potato (*Solanum tuberosum* L.) Production: Effects of Pre-Sowing Gibberellic Acid Treatments and Planting Density
Arif ŞANLI, Yeşim CİRİT
- **Peynir Altı Suyunda Üretilen Ekzopolisakkaritlerin Stabilizatör Olarak Kullanımının Dondurmanın Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özelliklerine Etkileri** 166-179
- The Effects of Exopolysaccharides Produced In Whey on Some Properties of Ice Cream
İbrahim ALTUN, Yusuf TUNÇTÜRK
- **GUL Herbaryumu'nun (Isparta) Apiaceae Familyası Envanteri ve Revizyonu** 180-196
- Family Apiaceae Inventory and Revision in GUL Herbarium (Isparta)
Hasan ÖZÇELİK, Özlem BEBEKLİ
- **The Strategic Participation of Young People in Shrimp Farming Value Chain in Nigeria** 197-203
- Evaluation of Practices on Geographical Indication in Terms of Honey Production and Trade in the European Union and in Turkey
FelixOdemero ACHOJA, Theophilus Miebi GBİGBİ, Eguono Aramide IKPOZA, Janet Ebidenere DENGHAN
- **The Impact of Poultry Production on Empowering of Rural Women Development**..... 204-210
- Kümes Hayvanı Üretiminde Kırsaldaki Kadınların Gelişimini Güçlendirmedeki Etkisi
Amal Yaseen MOHAMMED, Musa Hago ELFAKİ, Mohamed Ahamed EL HADO, Abdalbasit Adam MARİOD
- **A Low-Cost Microcontroller Based Air Temperature, Humidity and Pressure Datalogger System Design for Agriculture** 211-219
- Tarım İçin Düşük Maliyetli ve Mikrodenetleyici Tabanlı Bir Hava Sıcaklığı, Nemi ve Basıncı Veri Kayıt Sistemi Tasarımı
Muhittin Yağmur POLAT
- **Comparative Assessment of Potassium Sorbate and Clove Oil (*Syzygium aromaticum*, L.) on Quality Alteration in Chilled Crayfish (*Astacus leptodactylus*)** 220-228
- Potasyum Sorbat ve Karanfil Yağının (*Syzygium aromaticum*, L.) Soğutulmuş Kerevitlerde (*Astacus leptodactylus*) Kalite Değişimi Üzerine Karşılaştırmalı Değerlendirmesi
Eylem Ezgi FADİLOĞLU, Mehmet Zülfü ÇOBAN