



**TURKISH JOURNAL OF AGRICULTURAL
ENGINEERING RESEARCH
(TURKAGER)**

e-ISSN: 2717-8420

*<https://dergipark.org.tr/en/pub/turkager>
turkager@gmail.com*

**VOLUME : 1 ISSUE : 2
YEAR : 2020**



Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)

Volume 1, Number 2,
Year 2020



Indexing



TOGETHER WE REACH THE GOAL INDEXED

Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)

Editorial Board Team (*)

EDITOR-in-CHIEF

Ebubekir ALTUNTAŞ
Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

ASSISTANT EDITOR-in-CHIEF

Sedat KARAMAN
Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

TECHNICAL EDITOR

Bahadır ŞİN
Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

LANGUAGE EDITOR:

Gülay KARAHAN
Çankırı Karatekin University, TURKEY

STATISTIC EDITOR

Yalçın TAHTALI
Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY

SECTETARIAT (*)

Necati ÇETİN, Erciyes University, TURKEY
Esra Nur GÜL, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
Esra KAPLAN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
Ayşe Nida KAYAALP, Muş Alparslan University, TURKEY
Nurettin KAYAHAN, Selçuk University, TURKEY

(*): The list is based on the surname of the editors in alphabetical order.



SECTION EDITORS (*)

- Zümrüt ACIKGÖZ, Ege University, TURKEY
- Sefa ALTIKAT, Iğdır University, TURKEY
- Servet ARSLAN, Akdeniz University, TURKEY
- Elman BAHAR, Tekirdağ Namık Kemal University, TURKEY
- Mehmet Fırat BARAN, Siirt University, TURKEY
- İlkay BARITCI, Dicle University, TURKEY
- Zeki BAYRAMOĞLU, Selçuk University, TURKEY
- Ekrem BUHAN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Bilal CEMEK, Ondokuz Mayıs University, TURKEY
- Bilge Hilal CADIRCI EFELİ, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Selahattin ÇINAR, Kilis 7 Aralık University, TURKEY/KT Manas University, KYRGYZSTAN
- Hasan Gökhan DOĞAN, Kırşehir Ahi Evran University, TURKEY
- Ahmet ERTEK, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
- Tanzer ERYILMAZ, Yozgat Bozok University, TURKEY
- Cafer GENÇOĞLAN, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, TURKEY
- Zeki GÖKALP, Erciyes University, TURKEY
- Osman GÖKDOĞAN, Isparta University of Applied Sciences TURKEY
- Ziya Gökalp GÖKTOLGA, Sivas Cumhuriyet University, TURKEY
- Mevlüt GÜL, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
- Orhan GÜNDÜZ, Malatya Turgut Özal University, TURKEY
- Ali İrfan İLBAŞ, Erciyes University, TURKEY
- Yaşar KARADAĞ, Muş Alparslan University, TURKEY
- Gülay KARAHAN, Çankırı Karatekin University, TURKEY
- Duran KATAR, Eskişehir Osmangazi University, TURKEY
- Kenan KILIÇ, Niğde Ömer Halisdemir University, TURKEY
- Hasan Rüstü KUTLU, Çukurova University, TURKEY
- Tamer MARAKOĞLU, Selçuk University, TURKEY
- Yusuf Ziya OĞRAK, Sivas Cumhuriyet University, TURKEY
- Hidayet OĞUZ, Necmettin Erbakan University, TURKEY
- Mustafa ÖNDER, Selçuk University, TURKEY
- Mahir ÖZKURT, Muş Alparslan University, TURKEY
- Taşkın ÖZTAŞ, Atatürk University, TURKEY
- Ahmet ÖZTÜRK, Ondokuz Mayıs University, TURKEY
- Mehmet POLAT, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
- Onur SARAOĞLU, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Şenay SARICA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Abdulvahit SAYASLAN, Karamanoğlu Mehmetbey University, TURKEY
- Bahadır SAYINCI, Mersin University, TURKEY
- Serkan SELLİ, Çukurova University, TURKEY
- Bedrettin SELVİ, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Osman SÖNMEZ, Erciyes University, TURKEY
- Sezer ŞAHİN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Ahmet ŞEKEROĞLU, Niğde Ömer Halisdemir University, TURKEY
- Şerife TOPKAYA, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Atnan UĞUR, Ordu University, TURKEY
- Serkan YEŞİL, Selçuk University, TURKEY
- Melih YILAR, Kırşehir Ahi Evran University, TURKEY
- Adil Koray YILDIZ, Yozgat Bozok University, TURKEY
- Güngör YILMAZ, Yozgat Bozok University, TURKEY
- Semih YILMAZ, Erciyes University, TURKEY

(*): The list is based on the surname of the editors in alphabetical order.

REGIONAL EDITORS (*)

- Omar Ali Al-KHASHMAN, Al-Hussein Bin Talal University, Ma'an-JORDAN
- Tewodros AYALEW, Hawassa University, ETHIOPIA
- Hatem BENTAHER, Sfax University, TUNISIA
- Ramadan ELGAMAL, Suez Canal University, Ismailia, EGYPT
- Hamideh FARIDI, Tehran University, IRAN
- Simon V. IRTWANGE, Agriculture University, Makurdi, NIGERIA
- Tomislav JEMRIC, Zagreb University, CROATIA
- Avinash Suresh KAKADE, Vasantrao Naik Marathwada University, Krushi Vidyapeeth (M.S), INDIA
- Zdzisław KALINIEWICZ, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, ul. Olsztyn, POLAND
- Manal H.G. KANAAN, Middle Technical University, Baghdad, IRAQ
- Wasim Jan KHAN, Muhammad, Institute of Southern Punjab (ISP), Multan, PAKISTAN
- Alltane J. KRYEZIU, of Prishtina University, Pristina, Republic of KOSOVO
- Ahmed Moustafa Mohamed Ibrahim MOUSA, Al-Azhar University, Cairo, EGYPT
- Shahid MUSTAFA, Sargodha University, Sargodha, PAKISTAN
- Muhammad Ather NADEEM, Sargodha University, Sargodha, PAKISTAN
- Seyed Mehdi NASIRI, Shiraz University, Shiraz, IRAN
- Chinenye Macmanus NDUKWU, Michael Okpara Agriculture University, Umudike, Umuahia, Abia, NIGERIA
- Zhongli PAN, California University, Davis, California, USA
- Gheorghe Cristian POPESCU, Pitesti University, ROMANIA
- Monica POPESCU, Pitesti University, ROMANIA
- Y. Aris PURWANTO, IPB University, INDONESIA
- Shafiee SAHAMEH, Tarbiat Modares University, Tehran, IRAN
- Gordana SEBEK, Montenegro University, Podgorica, MONTENEGRO
- Marisennayya SENAPATHY, Wolaita Sodo University, Ethiopia, EAST AFRICA
- Feizollah SHAHBAZI, Lorestan University, Khoram Abad, IRAN
- Alaa SUBR, Baghdad University, IRAQ
- Hilary UGURU, Delta State Polytechnic, Ozoro, Delta State, NIGERIA

(*): The list is based on the surname of the editors in alphabetical order/

PUBLISHING BOARD (*)

- Senol AKIN, Şenol, Yozgat Bozok University, TURKEY
- Abdullah BEYAZ, Ankara University, TURKEY
- Özer CALIS, Akdeniz University, TURKEY
- Ahmet CELİK, Erzurum Atatürk University, TURKEY
- Ashhan DEMİRDÖVEN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Alper DURAK, Malatya Turgut Özal University, TURKEY
- Ali İSLAM, Ordu University, TURKEY
- Esen ORUC, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Mehmet Ali SAKİN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- İsmail SEZER, Ondokuz Mayıs University, TURKEY
- Metin SEZER, Karamanoğlu Mehmetbey University, TURKEY

(*): The list is based on the surname of the editors in alphabetical order/

Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)

Volume 1,
Issue 2,
December 31, 2020

SECTION EDITORS & REFEREES (*)

- Sefa ALTIKAT, Iğdır University, TURKEY
- Ali AYBEK, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, TURKEY
- Elman BAHAR, Tekirdağ Namık Kemal University, TURKEY
- M. Fırat BARAN, Siirt University, TURKEY
- İlkay BARITCI, Dicle University, TURKEY
- Abdullah BEYAZ, Ankara University, TURKEY
- Ahmet ÇOLAK, Ankara University, TURKEY
- Sezai DELİBACAK, Ege University, TURKEY
- Murad ÇANAKCI, Akdeniz University, TURKEY
- İbrahim ÇİLİNGİR, Ankara University, TURKEY
- Ashhan DEMİRDÖVEN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Ali Rıza DEMİRKIRAN, Bingöl University, TURKEY
- Hüseyin DURAN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY
- Tunahan ERDEM, Çukurova University, TURKEY
- Ömer EREN, Hatay Mustafa Kemal University, TURKEY
- Osman GÖKDOĞAN, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
- Mevlüt GÜL, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
- ZiYa Gökalp GÖKTOLGA, Sivas Cumhuriyet University, TURKEY
- Ali İrfan İLBAŞ, Erciyes University, TURKEY
- Mustafa KAN, Kırşehir Ahi Evran University, TURKEY
- Gülav KARAHAN, Çankırı Karatekin University, TURKEY
- Güngör KARAKAŞ, Hitit University, TURKEY
- Zuhal KARAKAYACI, Selçuk University, TURKEY
- Nurettin KAYAHAN, Selçuk University, TURKEY
- Kenan KILIC, Niğde Ömer Halisdemir University, TURKEY
- Emrah KUŞ, Iğdır University, TURKEY
- Fuat LÜLE, Adıyaman University, TURKEY
- Hidayet OGUZ, Necmettin Erbakan University, KONYA
- Engin ÖZGÖZ, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Mehmet Metin ÖZGÜVEN, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Taşkın ÖZTAS, Atatürk University, TURKEY
- İsmail Can PAYLAN, Ege University, TURKEY
- Süleyman POLAT, Çukurova University, TURKEY
- Serdal SABANCI, Munzur University, TURKEY
- Bahadır SAYINCI, Mersin University, TURKEY
- Serkan SELLİ, Çukurova University, TURKEY
- Uğur SOYKAN, Bolu İzzet Baysal University, TURKEY
- Osman SÖNMEZ, Erciyes University, TURKEY
- Can Burak ŞİŞMAN, Tekirdağ Namık Kemal University, TURKEY
- Yalçın TAHTALI, Tokat Gaziosmanpaşa University, TURKEY
- Arif Behiç TEKİN, Ege University, TURKEY
- Bülent TOPCUOĞLU, Akdeniz University, TURKEY
- Veysel TURAN, Bingöl University, TURKEY
- Ufuk TÜRKER, Ankara University, TURKEY
- Mustafa USTA, Van Yüzüncü Yıl University, TURKEY
- Levent YAZICI, Yozgat Bozok University, TURKEY
- Serkan YEŞİL, Selçuk University, TURKEY
- Elcin YEŞİLOĞLU CEVHER, Ondokuz Mayıs University, TURKEY
- Adil Koray YILDIZ, Yozgat Bozok University, TURKEY
- Taner YILDIZ, Ondokuz Mayıs University, TURKEY
- Deniz YILMAZ, Isparta University of Applied Sciences, TURKEY
- Güngör YILMAZ, Yozgat Bozok University, TURKEY

(*): The list is based on the surname of the editors in alphabetical order.

Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)

Volume 1,
Number 2,
December 31, 2020

No	Articles	Author/s	Pages
1	Some Bio-Technical Properties of Flax Seeds, Fennel Seeds and Harmal Seed Capsules	Gungor YILMAZ, Ebubekir ALTUNTAS	222-232
2	Çorum İlinde Çeltik Tarımında Makina Kullanım Projeksiyonun Tahmini <i>Estimation of Machine Use Projection in Paddy Agriculture in Çorum Province</i>	Murat BAL, Ebubekir ALTUNTAŞ	233-247
3	Ziyaret Gölet Havzası Akımlarında Tarımsal Uygulamalara Bağlı Olarak Cu ⁺⁺ , Fe ⁺⁺ , Zn ⁺⁺ ve Cl ⁻ içeriklerinin Zamansal Değişiminin Araştırılması <i>Investigation of Temporal Change of Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ and Cl⁻ Contents Depending on Agricultural Practices in Ziyaret Pond Basin Flows</i>	İsa KAYA, İrfan OĞUZ, Rasim KOÇYİĞİT	248-260
4	Assessment of Physicochemical Properties of Soil at Old Nekede Dumpsite Owerri, Imo State, Nigeria	Christopher Ikechi OBINECHE, Donatus Okwudiri IGBOJIONU, Isiguzo Edwin AHANEKU	261-270
5	Evaluation of Cassava Effluent as Organic Admixture in Concrete Production for Farm Structures	Ovie Isaac AKPOKODJE, Goodnews Goodman AGBI, Hilary UGURU	271-282
6	Development and Optimization of a Manual Fed Cassava Root Chipper for Household Cassava Processors	Macmanus NDUKWU, Gabriel AFAM, Nnaemeka NWAKUBA	283-295
7	Sodyum Aljinat Kaplama Uygulamalarının Az İşlem Görmüş Elma Kalitesine Etkileri <i>Effects of Sodium Alginate Coatings on Quality of Fresh-Cut Apples</i>	Şeyda KARAGÖZ, Ashhan DEMİRDÖVEN	296-310
8	Döner Diskli Memede Disk Konum Açısı ve İlerleme Hızının Hacimsel Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi <i>Effect of Disc Position Angle and Spraying Speed on Volumetric Distribution Uniformity of Spinning Disc Nozzle</i>	Bahadır SAYINCI, Ruçhan ÇÖMLEK, Mustafa Gökalp BOYDAŞ, Bünyamin DEMİR	311-323
9	Development of a Low Cost Two-Row Groundnut Planter	Adewale Moses SEDARA, Roseline LANWO, Oluwadunsin Seun SEDARA	324-338
10	Sultansuyu Tarım İşletmesi Süt Sığırcılığı Faaliyetlerinde Girdi ve Maliyetlerin Belirlenmesi <i>Determination of Inputs and Costs in Dairy Farms Activities of Sultansuyu Agriculture Enterprises</i>	Veysel Kaya YIĞMATEPE, Mehmet Metin ÖZGÜVEN	339-353
11	Evaluation of Normalization Techniques on Neural Networks for the Prediction of 305-Day Milk Yield	Asli AKILLI, Hulya ATIL	354-367
12	Karaman İli Süt Sığırcılık İşletmelerinin Mekanizasyon Özellikleri <i>Mechanization Characteristics of Dairy Cattle Farms in Karaman Province</i>	Abdullah KAYA, Haydar HACISEFEROĞULLARI	368-389
13	Yield Estimation of Winter Wheat in Pre-harvest Season by Satellite Imagery Based Regression Models	Ediz UNAL, Hakan YILDIZ, Ali MERMER, Metin AYDOĞDU	390-403
14	Midyat/Mardin ve Beşiri/Batman İlçelerinde Satışa Sunulan Bazı Kuru Üzüm Çeşitlerinin Fizikokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması <i>Comparison of Physicochemical Properties of Some Raisin Varieties for Sale in Midyat District of Mardin Province and Beşiri District of Batman Province</i>	Tuba UZUN, Bülent HALLAÇ, Ayşe ALTIN, Gülcan KAYA	404-414

15	Moisture Influence on Some Physical and Gravimetric Properties of Ackee Apple (<i>Blighia sapida</i>) Seeds	Olajide Ayodele SADIKU, David OMOGUNSOYE	415-424
16	Meyve Kurutma Yöntemlerine Göre Tüketici Tercihleri: Sunburst Çeşidi Mandalina Örneği <i>Consumer Preferences According to Fruit Drying Methods: Sunburst Type Mandarin Example</i>	Esra KAPLAN, Muhammed TAŞOVA, Hayriye Sibel GÜLSE BAL	425-440
17	Eskişehir Ekolojik Koşullarında Farklı Hasat Dönemlerinin İzmir Kekliği (<i>Origanum onites</i> L.)'nin Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenleri Üzerine Etkisi <i>The Effect of Different Harvest Periods on Essential Oil Content and Components of Turkish Oregano (Origanum onites L.) in Eskişehir Ecological Conditions</i>	Nimet KATAR, Duran KATAR	441-451
18	Üreticilerin Kimyasal Gübre Kullanım Bilinç Düzeylerinin İncelenmesi: Tokat Merkez İlçe Örneği <i>Investigation of Producers' Chemical Fertilizer Usage Awareness Levels: Tokat Center District Case</i>	Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU	452-465
19	Tokat İli Bağ Alanlarında <i>Arabis mosaic virus</i> , <i>Grapevine fleck virus</i> ve <i>Grapevine Syrah virus-1</i> Etmenlerinin Varlığının Moleküler Olarak Belirlenmesi <i>Molecular Identification of Arabis mosaic virus, Grapevine fleck virus and Grapevine Syrah virus-1 in Grapevine Fields in Tokat Province</i>	Vildan KİLİNÇ, Şerife TOPKAYA	466-474

Erratum

	Manisa İli Salihli İlçesindeki Tüketicilerin Tibbi Aromatik Bitki Tüketim Faktörlerinin Değerlendirilmesi (Adaçayı Örneği) <i>Evaluation of Medical Aromatic Plant Consumption Factors of Consumers in Salihli District of Manisa Province (Case of Sage)</i>	Esra KAPLAN, Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU	475-476
--	--	-------------------------------------	---------



Research Article

Some Bio-Technical Properties of Flax Seeds, Fennel Seeds and Harmal Seed Capsules

Gungor YILMAZ^{1a} Ebubekir ALTUNTAS^{1b*}

^aDepartment of Field Crops, Faculty of Agriculture, Yozgat Bozok University Yozgat-TURKEY

^bDepartment of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpasa University, Tokat -TURKEY

(*): Corresponding author, ebubekir.altuntas@gop.edu.tr, Tel: +90-356-2521616, Fax: +90-356-2521488

ABSTRACT

Some bio-technical properties of flax seeds, fennel seeds, and harmal seed capsules were determined. The size dimensions (length, width, and thickness) of flax seeds and fennel seeds were as 4.31 mm, 2.28 mm, 0.87 mm; 6.93 mm, 2.13 mm, 1.75 mm, respectively. The diameter and length for harmal seed capsules were 9.07 mm and 6.65 mm, respectively. The true density (ρ) was determined using the liquid displacement method, and the bulk density (ρ_b) was determined using the hectolitre tester. The bulk density for flax seeds, fennel seeds, and harmal seed capsules were determined as 384.3 kg m⁻³, 270.5 kg m⁻³ and 201.5 kg m⁻³, while, true density was found as 1256.5 kg m⁻³, 664.6 kg m⁻³, 936.2 kg m⁻³ for flax seeds, fennel seeds, and harmal seed capsules, respectively. The sphericity of for flax seeds, fennel seeds and harmal seed capsules were obtained as 0.47, 0.43, 0.72, respectively. The angle of repose was obtained as 13.84°, 17.35°, 29.94° for flax seeds, fennel seeds, and harmal seed capsules, respectively. The rubber friction surface has given the highest static friction coefficient for flax seeds, fennel seeds, and harmal seed capsules.

RESEARCH ARTICLE

Received: 25.02.2020

Accepted: 29.05.2020

Keywords :

- Flax seed,
- Fennel seed,
- Harmal seed capsule,
- Size dimension,
- Bulk density,
- Angle repose

To cite: Yılmaz G, Altuntas E (2020). Some Bio-Technical Properties of Flax Seeds, Fennel Seeds and Harmal Seed Capsules. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 222-232. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.001>

INTRODUCTION

Today, traditional food, feed and fiber crops are a basic plant in agriculture and trade, they are also considered as the main natural inputs in perfumery and chemical industries with aromatic and therapeutic properties in the World (Ahmadi et al., 2009).

Flax seed (*Linum usitatissimum* L.) is a member of the Linaceae family. It is origin to Western Asian and Mediterranean origin. Flaxseed was used by the Egyptians to wrap their mummies, while the Greeks used their seeds for therapeutic purposes (Oomah, 2001). Flax seed is a leading source of phenolic compounds (knows lignans) and Omega-3 fatty acids. Flax seed is one of the most important oil plants in the world economically. It is rich in oil, protein and dietary fiber. The main components such as

fat, dietary fiber, and protein are 41%, 28%, and 21%, respectively. Flax seed sizes range from approximately 3.0-6.4 mm in length, 1.8-3.4 mm in width and 0.5-1.6 mm in thickness (Freeman, 1995). Flax seeds have a storage life of more than twelve months for 9-10% moisture content. Flax seeds (*Linum usitatissimum* L.) are used in the food industry due to their functional properties. (Coskuner and Karababa, 2007). Flaxseed is one of the most important oil plants in the world economically. It is rich in oil, protein and dietary fiber (Amer Eissa, 2011).

Flaxseed is an important raw material for functional foods, it has an important economic potential in the food and chemical industries, thus, its biotechnical properties must be known (Oomah and Mazza, 1998). These properties features are; design and developing equipment for processing, handling, drying, storage and other operations. In the process of removing flaxseed oil and its derivatives, the seeds undergo a series of treatments. Therefore, it is necessary to know the biotechnical properties for the design of the harvest and post-harvest machinery and facilities (Sahay *et al.*, 1996; Oomah and Mazza, 1998). Cleaning, classification and grading of flax seeds are important steps after harvesting to produce high quality crops (Amer Eissa, 2011).

Fennel (*Foeniculum vulgare* L.) is a plant belonging to the Apiaceae (Umbelliferae) family. The fennel plant is native to the Mediterranean. Fennel seeds are cultivated in many different geographies in India, China, Middle-East, Turkey, Europe, China, Iran, Vietnam and South America. Bitter fennels are grown in north Bulgaria and Hungary. The fennel seeds have anethole (more than 85%), and essential oil content (2.7%). Anethole gives the plant a particularly sweet taste (Pukkaherbs, 2016). Fennel seeds are used as culinary and medicinal. And also, the essential oils of the seeds are used to making soaps, perfumes, cosmetics, and pharmaceuticals (The Herb Society of America, 2016). Its ground is used in many foods (soups, sauces, pickles, etc). (Lucinewton *et al.*, 2005). Fennel seeds have sweet (anise similar) and aromatic. They are baked into biscuits, bread, and they are added to sauerkraut, and sweet pickles. Fennel seeds compliment cucumber asparagus, and tomato (The Herb Society of America, 2016). Fennel seeds have diuretic, analgesic and antipyretic activity (Lucinewton *et al.*, 2005). Fennel oils have antimicrobial, antioxidant, stimulating, and gastrointestinal motility antispasmodic properties. Fennel seeds have a high level of flavonoids, and twelve 12 main phenolic compounds (Shafiee *et al.*, 2010). It is necessary to determine the biotechnical properties of the seeds for the design and development of the equipment necessary for the cleaning, classification, drying, ventilation, storage and processing of fennel seeds after harvest technologies.

Harmal (*Peganum harmala* L.), family Zygophyllaceae, is a perennial herb. It is native to the eastern Mediterranean region. The growing area is semi-arid conditions, steppe areas and sandy soils. It is one of the natural plants of Turkey. *Peganum harmala* widely grown in Turkey. It is mostly referred to as 'Üzerlik'. *Peganum harmala* L. is a shrub, it has 0.3-0.8 m tall with short creeping roots and white flowers and round seed capsules carrying more than 50 seeds. It contains many active substances such as alkaloids, flavonoids, anthraquinones, and fatty oil. Harmal seeds are used in both traditional and modern phytotherapy. Pharmacologically active compounds are harmine, harmalin, harmane and harmalole. In traditional medicine applications, harmal seeds are used as anthelmintic, menstrual flow, anesthetic, diaphoretic and sedative. The peganum harmala is widely used as a medicinal plant in Central Asia,

North Africa and Middle East (Küsmenoğlu, 1996; Moloudizargari *et al.*, 2013; Kırıcı *et al.*, 2018).

Fei *et al.* (2017) have developed, alternative fuel as biodiesel production to diesel engines from two kinds of new nonedible herbaceous vegetable oils, including *Leonurus artemisia* L. and *Peganum harmala* L. According to the *Peganum harmala* L. (PHL) biodiesel test results, PHL exhibited better oxidative stability. Also, Fei *et al.* (2017) reported it has great potential to be employed as promising feedstocks for biodiesel production. Therefore, it is necessary to determine the biotechnical properties of the *Peganum harmala* seeds for the equipment necessary for the handling and processing for post-harvest technologies.

The information on bio-technical properties of the flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules are needed to design and adjustment of the equipments and systems used during harvesting, handling, cleaning, separating, and storing of the flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules and to convert them into food, feed and fodder (Tavakoli *et al.*, 2014). The determination of bio-technical properties of flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules is very important in the design of the post-harvest technologies.

The bio-technical properties of different seeds such as cumin seed, millet, hemp seed, fenugreek, sponge gourd seeds, knotweed seeds, bitter melon seeds, quinoa seeds, allspice seeds have been determined by other researchers such as Singh and Goswami, 1996; Baryeh, 2002; Sacilik *et al.*, 2003; Altuntas *et al.*, 2005; Ogunsima *et al.*, 2010; Önen *et al.*, 2014; Gölükcü *et al.*, 2014; Altuntaş ve Naneli, 2017; Altuntaş ve Erdoğan, 2017; respectively. The objective of this study was to investigate some bio-technical of flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules.

Statistical analysis such as mean standard deviation and standard error of mean were determined with Microsoft Excel.

MATERIALS and METHODS

Flax seeds and fennel seeds materials used in this study were obtained from Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University; and the harmful seed capsule materials were obtained from a local market in Tokat-Turkey. In this study, flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) used 'Atalanta' variety and its color is brown. 1000 seed mass varies between 5.5-7.0 g. Seeds of this variety are used in different ways in the food industry. The oil content of the seeds varies between 32-37%. This variety has a high Omega-3 content. At the same time, the fennel seeds (*Foeniculum vulgare* var. dulce) used in this study belong to a local population of Balıkesir origin. It is an annual plant that grows in the summer. 1000 seed mass ranges between 4.0-5.0 g. The essential oil rate ranges from 1.5-2.5%, while the oil rate ranges from 7.0-12.0%. The general view of the studied seeds (flax seeds, fennel seeds and harmful seed capsule) was presented in Figure 1. All these seed materials were cleaned manually to remove from all dust, foreign matter, broken, and dirt. The moisture contents of the seed materials for flax seeds, fennel seeds, harmful seed capsules were determined at 105±1°C for 24 h by oven drying reported by Suthar and Das (1996). The seed materials were replicated three times, and the mean moisture contents of flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules were found as 8.20%, 9.46%, and 9.98% d.b. (dry basis) (Altuntas and Demirtola, 2007).

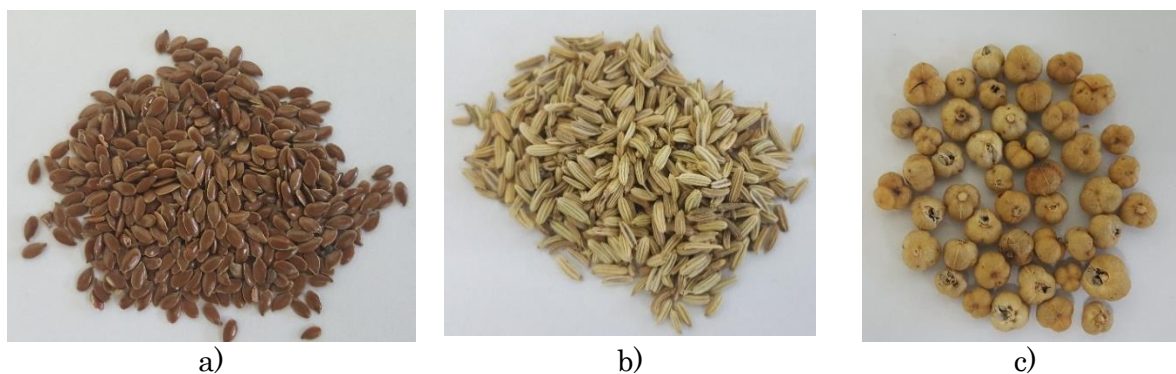


Figure 1. Flax seeds (a), fennel seeds (b), harmful seed capsules (c)

To determine of size dimensions such as length, width and thickness of the flax seeds and fennel seeds, the length (height) and diameter for harmful seed capsules, one hundred seed samples were randomly selected, and size dimensions were measured at an accuracy of 0.01 mm using a dial-micrometer. Some physical properties flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules such as the arithmetic mean diameter (D_a), sphericity (Φ), geometric mean diameter (D_g), and volume (V) were determined presented by Mohsenin (1986).

$$D_a = \left(\frac{L+W+T}{3}\right) \quad (1)$$

$$D_g = (LWT)^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

$$\varphi = \left(\frac{D_g}{L}\right) \quad (3)$$

$$V = \left[\left(\frac{\pi}{6}\right)(LWT)\right] \quad (4)$$

Where, D_a is arithmetic mean diameter (mm), V is the volume (mm^3), Φ is sphericity (%), L is the length (mm), W is the width (mm), T is the thickness (mm).

The surface areas of seeds such as the flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules, were found by analogy with a sphere of same geometric mean diameter, using expression cited by Sacilik *et al.* (2003).

$$S = D_g^2 \pi \quad (5)$$

Where; S is the surface area (mm^2), D_g is the geometric mean diameter (mm).

The size dimensions for harmful seed capsules are defined as length and diameter. Thus, for geometric and arithmetic mean diameters measurement, length (height) and diameter were used. In the geometric mean diameter, arithmetic mean diameter and seed volume calculation, the diameter dimension was used for the second time instead of the thickness criterion.

$$D_a = \left(\frac{L+W^2}{3}\right) \quad (6)$$

$$D_g = (LW^2)^{\frac{1}{3}} \quad (7)$$

$$V = \left[\left(\frac{\pi}{6}\right)(LW^2)\right] \quad (8)$$

The seed mass (M) and the thousand seed mass (M_{1000}) were measured by an electronic balance at an accuracy of 0.001 g. To evaluate M_{1000} seed mass, 100 randomly selected seeds from the bulk were averaged (Sacilik *et al.*, 2003). The true density (ρ_t) and the volume (V) of the flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules were determined using the liquid displacement method. Toluene (C_7H_8) is used as a liquid for this method, because toluene is absorbed by the seeds to a lesser extent. Bulk density (ρ_b) was determined using the hectolitre tester (Gupta and Das, 1993). The bulk density is the ratio of the sample seed mass to its total volume. Bulk density was determined to fill a 500 ml container with the studied seeds from a height of 150 mm at a constant rate and then weighing the content (Özarslan, 2002). The porosity (ε) of flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules was determined by the following equation:

$$\varepsilon = \left[\frac{\rho_t - \rho_b}{\rho_t} \right] 100 \quad (9)$$

Where, ρ_b and ρ_t are the bulk and the true densities, respectively (Mohsenin, 1986).

The angle of repose is the angle with the horizontal at which the agricultural material stands when piled into a cone. A topless and bottomless cylinder (300 x 500 mm diameter and height) was used in order to determine the angle of repose of flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules. The topless and bottomless cylinder was placed at the centre of a raised circular plate and was filled with flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules. The cylinder was raised slowly until the cylinder formed a cone on a circular plate. The angles of repose (θ) for the flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules were calculated from the measurement of the diameter and height of a cone flax seeds (Kaleemullah and Gunasekar, 2002).

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{h}{r} \right) \quad (10)$$

Where, h and r are the height of the cone and radius of the base of the cone, respectively.

The static and dynamic friction coefficients for flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules were measured by a friction device (Figure 2). The friction force device is formed by an electronic unit (PC, electronic ADC (analog digital converter) card, electronic variator, mechanical force unit, and loadcell [(ESİT, SP-200 kg (min. 20 g, max. 200 kg), Total error $\leq \pm 0.05$, Serial 3575, Sakarya-Turkey)], a friction surface, and a metal box (Altuntas and Demirtola, 2007). The force of the friction was measured by the loadcell, converted by the ADC card, and data were recorded on a computer. In order to convert the analog information to digital and process it on the computer, an ADC (analog digital converter card) that can be inserted directly into the computer slot with a capacity of 16 channels was used in this study. To calculate the static and dynamic friction coefficients, the maximum friction force and the average friction force values were used respectively. To determine the coefficient of friction, the sample seeds box continued to slide on the different friction surfaces at 0.02 m s⁻¹ velocity. In this friction experiments, rubber, chipboard, mild steel, galvanized metal, and plywood as the surfaces of the friction were used. The sample box was emptied and refilled with flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules for each experiment (Sacilik *et al.*, 2003).

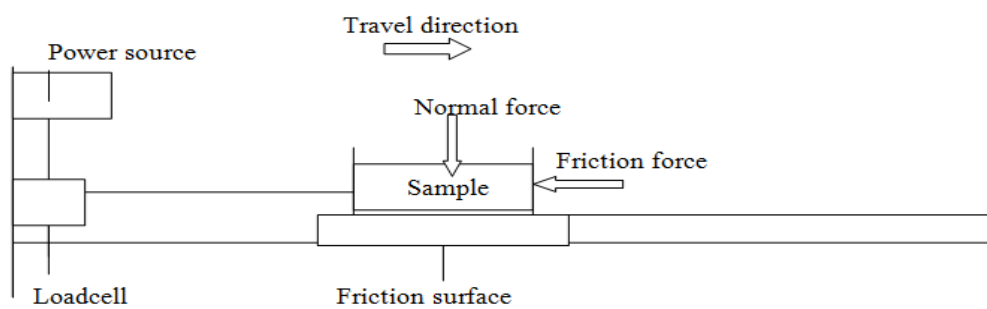


Figure 2. A schematic of the measuring device of friction force

RESULTS and DISCUSSION

Physical properties

The size dimensions (length, width/diameter, thickness), surface area, geometric mean diameter, and sphericity of the flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules are given in Table 1.

The size dimensions such as length values for fennel seed, flax seeds and harmful seed capsules were found as 6.93 mm, 4.31 mm, and 6.65 mm, respectively. The width values for fennel seeds and flax seeds were found 2.14 mm and 2.28 mm, respectively. The thickness values for fennel seeds and flax seeds were obtained as 1.75 mm and 0.87 mm, respectively. Abalone *et al.* (2004) reported that the length, width, and thickness for Amaranth seeds were as 1.42 mm, 1.29 mm and 0.87 mm, respectively. Coskuner and Karababa (2007) determined the length, width, thickness of flax seeds were found as 4.74 mm, 3.67 mm and 3.39 mm at 7.10% d.b. (dry basis) moisture content, respectively. Ixtaina *et al.* (2008), determined the length, width and thickness for white salvia seeds (*Salvia hispanica* L.) as 2.15 mm, 1.40 mm, and 0.83 mm respectively. According to these results, our results related to the size dimensions or fennel seeds are higher than reported for flaxseed and flax seeds.

Table 1. The size dimensions, geometric and arithmetic mean diameters, surface area and sphericity for flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules

Seeds	Length	Width	Thickness	Arithmetic mean diameter	Geometric mean diameter	Surface area	Sphericity
	L (mm)	W (mm)	T (mm)	D_a (mm)	D_g (mm)	S (mm ²)	Φ
Fennel seeds	6.93±1.03	2.14±0.38	1.75±0.34	3.61±0.49	2.94±0.44	27.83±8.03	0.43±0.05
Flax seeds	4.31±0.18*	2.28±0.11	0.87±0.09	2.49±0.08	2.03±0.09	12.97±1.12	0.47±0.02
Harmal seed capsules	6.65±0.69	9.07**±0.81	-	8.25±0.65	8.18±0.68	208.5±15.49	0.72±0.32

*: Standard deviation (SD); **: Diameter

The geometric and arithmetic mean diameters were varied as 2.94 and 3.61 mm for fennel seeds, 2.03 mm, and 2.48 mm for flax seeds, 8.18 mm, and 8.25 mm for harmful seed capsules, respectively. The surface area and sphericity of fennel seeds were found as 27.83 mm² and 0.43 and, for flax seeds were found as 12.97 mm² and 0.47, for harmful seed capsules were found as 208.46 mm² and 0.72, respectively. Zewdu (2011) reported

that the geometric mean diameter and sphericity Ajwain seeds varied as 1.24 mm and 0.61 for 4.39% w.b. moisture content, respectively. According to these results, our results related to the geometric mean diameter for fennel, flax seeds and harmful seed capsules are higher than reported for Ajwain seeds, while, our results related to the sphericity values for fennel seeds and flax seeds.

The thousand seed mass, seed volume, true density, seed mass, and bulk density, and porosity of the flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules are presented in Table 2. The thousand seed mass, seed volume, and seed mass, and values for fennel seeds were varied as 10.82 g, 0.0166 mm³ and 0.0106 g, while the thousand seed mass, seed volume, and seed mass and for flax seeds were found as 4.972 g, 0.0041 mm³, and 0.0050 g, respectively. The mass and volume of harmful seed capsules were varied as 0.832 g and 0.152 mm³, respectively. Selvi *et al.* (2006) reported that the thousand seed mass was found as 6.0 g at 8.25% (d.b.) moisture content. Our results related to the thousand seed mass for fennel seeds and harmful seed capsules are higher than reported lower for flax seeds (Selvi *et al.*, 2006).

Table 2. The thousand seed mass, true density, seed volume, seed mass, porosity, and bulk density for flax seeds, fennel seed, and harmful seed capsules

Seeds	Thousand seed mass M_{1000} (g)	Bulk density, ρ_b (kg m ⁻³)	Seed mass, M (g)	Volume V (mm ³)	True density, ρ_t (kg m ⁻³)	Porosity ϵ (%)
Fennel seeds	10.82±0.22*	270.5±3.65	0.011** ±0.003	0.017±0.012	664.6±14.0	59.08±0.54
Flax seeds	4.97±0.09	384.3±0.001	0.005±0.001	0.004±0.001	1256.5±24.4	68.53±6.11
Harmal seed capsules	131.13± 0.89	204.5±3.33	0.832***±0.002	0.152±0.003	936.2±45.7	77.02±2.41

*: Standard deviation (SD); **: Schizocarps mass; *** : Harmal seed capsule mass

Bulk density and porosity for fennel seeds were as 270.5 kg/m³ and 59.08%, for flax seeds were as 384.3 kg m⁻³ and 68.53%, for harmful seed capsule were as 204.5 kg m⁻³ and 77.02%, while, the true density of fennel seeds, flax seeds, and harmful seed capsule was found as 664.6, 1256.5 and 936.2 kg m⁻³ at as 9.46%, 8.20% and 9.98% d.b., respectively. The bulk and true densities for cumin seed have reported as 410 to 502 kg m⁻³, 1047 to 1134 kg m⁻³, whereas, the porosity of cumin seed changed from 54% to 64%, respectively, by Singh and Goswami (1996). According to these results, our results related to the bulk density and porosity for fennel, and harmful seed capsules are lower than reported for cumin seeds.

Mechanical properties

The mechanical properties such as coefficient of static friction values of the fennel seed, flax seeds and harmful seed capsules are presented in Table 3. The static friction coefficient for flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules was determined on the friction surfaces of the plywood, galvanized metal, chipboard, rubber, and mild steel (Table 3). The dynamic and static friction coefficients were the highest for flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules on the rubber friction surface. The highest and lowest dynamic friction coefficient values of fennel seeds were obtained from rubber and galvanized metal with 0.59 and 0.15 values, while the highest and lowest dynamic coefficient of friction values of flax seeds and harmful seed capsules were obtained from

rubber (0.80 and 0.42) and mild steel (0.64 and 0.28), respectively. The static friction coefficient of the fennel seeds was as 0.28, 0.40, 0.72, 0.25 for plywood, chipboard, rubber, galvanized metal and mild steel, respectively. The static friction coefficient of flax seeds and harmful seed capsules was found as 0.33 and 0.28 for plywood, 0.39 and 0.29 for chipboard, 0.66 and 0.56 for rubber, 0.36 and 0.24 for galvanized metal, 0.28 and 0.19 for mild steel, respectively. The static friction coefficient of cumin seed varied on stainless steel from 0.37 to 0.62, aluminum from 0.43 to 0.63, galvanized metal from 0.48 to 0.65, and mild steel from 0.54 to 0.70 in moisture content from 7 to 22% (d.b.), respectively reported by Singh and Goswami (1996). Ixtaina *et al.* (2008) reported that the static friction coefficient for chia seeds was as 0.31 on mild steel sheet and 0.28 on galvanized sheet.

Altuntaş and Naneli (2017) reported the static friction coefficient were found between 0.47 and 0.51 for chipboard; between 0.34 and 0.43 for galvanized steel, between 0.39 and 0.43 for rubber, between 0.43 and 0.49 for plywood, respectively, for white quinoa seeds; while the static friction coefficient was found between 0.36 and 0.40 for chipboard, between 0.37 and 0.41 for galvanized steel, between 0.40 and 0.44 for plywood, between 0.34 and 0.36 for rubber friction surfaces, respectively for black quinoa seeds. According to these results, our results related to the static friction coefficients on mild steel and galvanized metal for fennel, flax seeds, and harmful seed capsules are lower than reported for cumin seeds, while our results related the static friction coefficients on rubber for fennel, flax seeds, and harmful seed capsules are higher lower than reported for white and black quinoa seeds.

Table 3. The mechanical properties such as static and dynamic coefficient of frictional properties and of the fennel seed, flax seeds and harmful seed capsules

Frictional properties	Seeds	Friction surfaces				
		Plywood	Chipboard	Rubber	Galvanized metal	Mild steel
Static coefficient of friction	Fennel seeds	0.29±0.03*	0.40±0.032	0.73±0.05	0.25±0.04	0.29±0.03
	Flax seeds	0.33±0.02	0.39±0.04	0.66±0.06	0.36±0.04	0.28±0.03
	Harmal seed capsules	0.27±0.02	0.29±0.04	0.56±0.03	0.24±0.07	0.19±0.05
Dynamic coefficient of friction	Fennel seeds	0.21±0.004	0.28±0.01	0.59±0.01	0.15±0.03	0.17±0.01
	Flax seeds	0.46±0.03	0.51±0.02	0.80±0.06	0.45±0.02	0.42±0.03
	Harmal seed capsules	0.37±0.03	0.40±0.08	0.64±0.004	0.33±0.05	0.28±0.03

*:Standard Deviation (SD)

Angle of repose

The mechanical properties such as the angle of repose of fennel seeds, flax seeds, and harmful seed capsules were found as 17.35°, 13.84°, 29.94°, respectively. The angle of repose of fennel seeds, flax seeds, and harmful seed capsules are presented in Figure 3. The angle of repose values for fennel seeds, flax seeds and harmful seed capsules are lower than that of cumin, millet, sesame, reported by Singh and Goswami (1996), Baryeh (2002) Tunde-Akintunde and Akintunde (2004), Altuntas and Naneli (2017) determined the angle of repose values were found between 8.67° and 11.47°, 6.44° and

10.25°, respectively for the white and black quinoa seeds, respectively. Our results related to the angle of repose for fennel, flax seeds, and harmful seed capsules are lower than reported for white and black quinoa seeds.

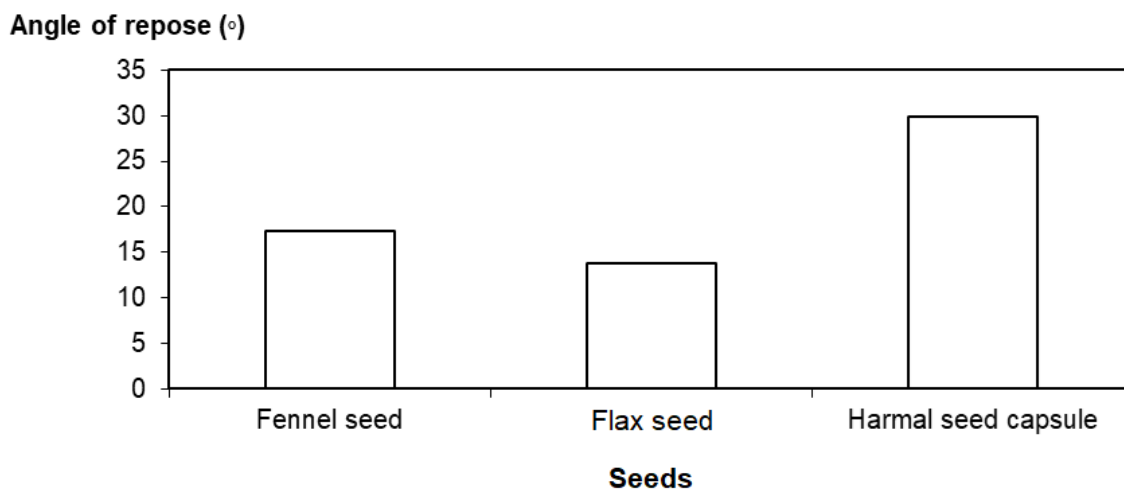


Figure 3. The angle of repose of the flax seeds, fennel seeds and, harmful seed capsules

In this study, the mean moisture contents of flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules were measured as 8.20%, 9.46%, and 9.98% d.b. (dry basis). In this study, the higher moisture contented harmful seed capsules give higher angle of repose, whereas flax seed with the lowest moisture content has the lowest angle of repose value (Figure 3).

CONCLUSION

The biotechnical properties of flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules are required to design the machine and equipment used in postharvest technologies of this agricultural materials. The following conclusions are drawn from the investigation on biotechnical properties such as physical and mechanical properties of flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules.

The arithmetic and geometric mean diameters for flax seeds, fennel seeds, and harmful seed capsules were found as 2.49 mm and 2.03 mm; 3.61 mm and 2.94 mm; 8.25 mm and 8.18 mm, respectively. The sphericity was found the highest and lowest for harmful seed capsules and fennel seeds, respectively. The highest and lowest bulk density of seeds were found for flax seeds, harmful seed capsules, whereas, the lowest true density was observed for fennel seeds flax seeds among the studied seeds.

The maximum static and dynamic coefficient of friction were found for rubber friction surface among seeds for fennel seeds, flax seeds and harmful seed capsules, while the lowest angle of repose of seeds was found in flax seeds than the other studied seeds.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The authors declare that there are no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

The authors declared that the following contributions are correct.

Gungor Yilmaz: Conceptualization, data collation, review and editing of manuscript, investigation.

Ebubekir Altuntas: Methodology, data analysis, validation, Writing of original manuscript draft, design of experiment, formal analysis.

REFERENCES

- Abalone R, Cassinera A, Gaston A and Lara MA (2004). Some physical properties of amaranth seeds. *Biosystems Engineering*, 89 (1): 109-117.
- Altuntas E and Demirtola H (2007). Effect of moisture content on physical properties of some grain legume seeds. *New Zealand Journal Crop and Horticultural Science*, 35: 423-433.
- Altuntas E, Ozgoz E and Taser OF (2005). Some physical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-gaceum* L.) seeds. *Journal of Food Engineering*, 71: 37-43.
- Altuntaş E and Erdoğan M (2017). Determination of some physical properties of allspice (*Pimenta dioica* L.) fruit. *Anadolu Journal Agricultural Science*, 32 (3): 316-320 (in Turkish).
- Altuntaş E and Naneli İ (2017). Geometric, Gravimetric and Frictional Properties of White and Black Quinoa Seeds. *Gaziosmanpasa Journal of Scientific Research*, 6(1): 1-8. (in Turkish)
- Amer Eissa, AH (2011). Physical and aerodynamic properties of flaxseeds for proper separation by using airstream. *Journal of Food Process Engineering* 34: 983-1012.
- Baryeh EA (2002). Physical properties of millet. *Journal of Food Engineering*, 51 (1): 39-46.
- Coskuner Y and Karababa E (2007). Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Journal of Food Engineering*, 78: 1067-1073.
- Fei C, Quan Z and Zhou L (2017). Fuel properties of biodiesel from nonedible herbaceous oil feedstocks: *Leonurus artemisia* L. and *Peganum harmala* L. *Energy Sources Part A: Recovery, Utilization & Environmental Effects*. 39 (17), 1879-1885.
- Freeman TP (1995). Structure of flaxseed. S.C. Cunnane, L.U. Thompson (Eds.), *Flaxseed in human nutrition*, AOCS Press, Champaign, IL, pp. 11-21.
- Gölkücü M, Toker R, Ayas F and Çınar N (2014) Some physical and chemical properties of bitter melon (*Momordica charantia* L.) seed and fatty acid composition of seed oil. *Derim*, 31 (1): 17-24.
- Gupta RK and Das SK (1997). Physical properties of sunflower grains. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 66: 1-8.
- Ixtaina VY, Nolascoa SM and Tom´as MC (2008). Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products*, 28: 286-293.
- Kaleemullah S and Gunasekar JJ (2002). Moisture-dependent physical properties of arecanut trues. *Biosystem Engineering*, 82(3): 331-338.
- Kırcı S, Demirci Kayıran S and Tokuz G (2018). The use of smoke Syrian rue (*Peganum harmala* L.) in Eastern Mediterranean Region. *Lokman Hekim Journal*, 8 (1): 01-12 (In Turkish)
- Küsmenoğlu S (1996). The plant *Peganum harmala* L. and its biologically active constituents. *FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences*, 21, 71-75 (In Turkish).
- Lucinewton S, Raul N, Carvalho J, Mirian B, Lin C and Angela A (2005). Supercritical fluid extraction from fennel (*Foeniculum vulgare*): global yield, composition and kinetic data. *Journal Supercritical Fluids*, 35: 212-219.
- Mohsenin NN (1986). Physical properties of plant and animal materials. *Gordon and Breach Science Publishers*, New York

- Moloudizargari M, Mikaili P, Aghajanshakeri S, Asghari MH and Shayegh J (2013). Pharmacological and therapeutic effects of *Peganum harmala* and its main alkaloids. *Pharmacognosy Reviews*, 7 (14): 199-212.
- Ogunsina BS, Adegbenjo AO and Opeyemi OO (2010). Compositional mass-volume-area related and mechanical properties of sponge gourd (*Luffa aegyptiaca*) seeds. *International Journal of Food Properties*, 13: 864-876.
- Oomah BD and Mazza G (1998). Compositional changes during commercial processing of flaxseed. *Industrial Crops and Products*, 9: 29-37.
- Oomah BD (2001). Flaxseed as a functional food source. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 889-894.
- Önen H, Altuntaş E, Özgöz E, Bayram M and Özcan S (2014). Moisture effect on physical properties of knotweed (*Polygonum cognatum* Meissn.) seeds. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpasa University (JAFAG)*, 31 (2): 15-22.
- Ozarslan C (2002). Some physical properties of cotton seed. *Biosystems Engineering*, 83 (2): 169-174.
- Pukkaherbs (2016). Fennel. <http://pukkaherbs.de/stories/plants/introducing-fennel> (01.05.2017).
- Sacilik K, Ozturk R and Keskin R (2003). Some physical proprieties of hemp seed. *Biosystems Engineering*, 86 (2): 191-198.
- Sahay KM and Singh KK (1996) Unit operation of agricultural processing. *Vikas Publishing House Pvt. Ltd.*: New Delhi, India, 1996, 6-14.
- Selvi KC, Pinar Y and Yesiloglu E (2006). Some physical properties of flax seed. *Biosystems Engineering*, 95 (4): 607-612.
- Shafiee S, Modares Motlagh A and Minaei S (2010). Moisture dependent physical properties of fennel seeds. *African Journal of Agricultural Research*, 5 (17): 2315-2320.
- Singh KK and Goswami TK (1996). Physical properties of cumin seed. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64 (2): 93-98.
- Suthar SH and Das SK (1996). Some physical properties of karingda [*Citrus lanatus* (thumb) mansf] grains. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 65 (1): 15-22.
- Tavakoli M, Naghdi Badi H, Rafiee H, Labbafi MR, Ghorbani Nohooji MZ and Mehrafarin A (2014). Physico-chemical properties of seeds in valuable medicinal species of the genus *Salvia* L. *Journal of Medicinal Plants*, 3 (51): 71-83.
- The Herb Society of America (2016). Fennel. <http://www.herbsociety.org>. (20.06.2017).
- Tunde-Akintunde TY and Akintunde BO (2004). Some physical properties of sesame seeds. *Biosystems Engineering*, 88: 127-129.
- Zewdu AD (2011). Moisture-dependent physical properties of Ajwain (*Trachyspermum ammi* L.) seeds. *The Philippine Agricultural Scientist*, 94 (3): 278-284.



Çorum İlinde Çeltik Tarımında Makina Kullanım Projeksiyonunun Tahmini

Murat BAL^{1a*} Ebubekir ALTUNTAŞ^{1b}

^aOrta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat, TÜRKİYE

^bBiyosistem Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tasliciftlik, Tokat, TÜRKİYE

(*): Sorumlu yazar, murat_bal_19@hotmail.com; Tel: +90-356-2521250, Fax: +90-356-2521253

ÖZET

Bu çalışmada, Çorum ilinde, çeltik tarımında makina kullanım projeksiyonu tahminlemesi yapılmıştır. Çorum ilinde çeltik üretim mekanizasyonu aşamalarında kullanılan teknolojinin 11 yıllık üretim ve kullanım miktarları esas alınarak 2030 yılına kadar geçecek süre zarfında projeksiyon katsayıları hesaplanmış ve Türkiye'ye ait verilerle karşılaştırılmıştır. Projeksiyon katsayısı değerleri 5 farklı grupta (toprak işleme, ekim ve gübreleme, ilaçlama, hasat ve diğer tarım makinaları) belirlenmiştir. Çeltik tarımında kullanılan toprak işleme alet ve makinalarında en yüksek projeksiyon katsayısı değerleri dipkazan ve toprak frezesinde sırasıyla %31.72 ve %17.55; ekim-gübreleme uygulamalarında kullanılan alet ve makinalarda sırt pülverizatörü ve kimyevi gübre dağıtma makinasında sırasıyla %2.52 ve %9.26; ilaçlama uygulamalarında kullanılan makinalardan traktör kuyruk milinden hareketli pülverizatörde %2.78; hasatta kullanılan farklı yaştaki biçerdöverlerden 0-5 yaş grubundaki biçerdöverlerde ise %1.04 olarak belirlenmiştir. Çorum ilinde çeltik üretiminde kullanılan makinaların projeksiyon katsayısı değerlerinin Türkiye için belirlenen değerlere göre özellikle dipkazan, toprak frezesi, tesviye aleti ve kimyevi gübre dağıtma makinalarında oldukça yüksek değerlerde olduğu görülmüştür.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 18.03.2020

Kabul tarihi: 22.06.2020

Anahtar Kelimeler:

- Çeltik,
- Tarımsal üretim,
- Projeksiyon katsayısı,
- Traktör,
- Tarım makinaları,
- Biçerdöver

Alıntı için: Bal M, Altuntaş E (2020). Çorum İlinde Çeltik Tarımında Makina Kullanım Projeksiyonunun Tahmini. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 233-247. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.002>

Estimation of Machine Use Projection in Paddy Agriculture in Çorum Province

ABSTRACT

In this study, the estimation of machine use projection in paddy agriculture in Çorum Province has been evaluated. 11 years of production and use of the technology used as amounts of rice production mechanization in Çorum were based. Then, the related projection coefficients calculations were found and compared with Turkey's overall statistical data during the 2030 periods. Projection coefficient values were determined in 5 different groups (soil tillage, sowing and fertilizing, spraying, harvesting and other agricultural machinery). The highest projection coefficient values for the subsoiler and rotary cultivator from the soil tillage equipments used in paddy farming are %31.72 and %17.55; knapsack sprayer and fertilizer broadcaster from sowing-fertilizer tool and machinery are %2.52 and %9.26; PTO driven pulverizator from spraying machines is %2.78; combine harvesters of different ages such as 0-5 age groups used in harvest are %1.04, respectively. Especially, the projection coefficients of the agricultural machines such as subsoiler, rotary cultivator, leveling blade and fertilizer broadcaster used in the paddy production of Çorum province were found to be very higher according to the values from Turkey values.

RESEARCH ARTICLE

Received: 18.03.2020

Accepted: 22.06.2020

Keywords:

- Paddy,
- Agricultural production,
- Projection coefficient,
- Tractor,
- Agricultural machinery,
- Combine harvester

To cite: Bal M, Altuntas E (2020). Estimation of Machine Use Projection in Paddy Agriculture in Çorum Province. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 233-247. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.002>

GİRİŞ

Dünyada 161 milyon hektar alanda çeltik üretimi yapılmaktadır. En çok Asya kıtasında üretimi yapılan çeltik tarımında dünya çeltik alanlarının %50'sini sırasıyla Çin, Hindistan ve Endonezya karşılamaktadır (TMO, 2016). Türkiye'de, 2000 yılından sonra uygulanan politikalar ve desteklemeler sonrası çeltik üretiminde önemli artışlar olmuş, 2016 yılında 116 056 hektar ekili alanda 920 000 ton üretim miktarı ve 7 930 kg ha⁻¹ verim elde edilirken, 2019 yılında 1 264 190 hektar ekili alanda 1 000 000 ton üretim miktarı ve 7 910 kg ha⁻¹ verim elde edilmiştir. Çeltik tarımında ekim alanı, üretim miktarı ve ürün veriminde önemli düzeylerde artışlar gözlenmiştir. 2016-2019 yılı arasında ekim alanları ve üretim miktarında sırasıyla %8.93 ile %8.70 oranında artışlar gerçekleşmiştir (TÜİK, 2020). Çeltik, birim alanda diğer birçok ürüne göre kârlılık açısından avantajlı bir tarım ürünüdür (Anonim, 2016). Çeltik tarımı iller bazında incelendiğinde, başlıca Edirne, Samsun, Balıkesir, Çanakkale ve Çorum illerinin 2019 yılı verilerine göre toplam Türkiye üretimi içerisinde sırasıyla %40.55, %14.58, %12.55, %8.72 ve %5.96'lık paylara sahip olduğu, dolayısıyla bu illerin toplam çeltik üretiminin %82.36'ini oluşturduğu görülmektedir (TÜİK, 2020).

Çorum ili, çeltik üretimi açısından Karadeniz bölgesinin önemli bir ilidir. Bayhan (1993), Çukurova Bölgesinde çeltik üretiminin mekanizasyonunda kullanım etkinliğinin arttırılması gerekliliğini açıklamıştır. Çiçek ve Çelen (2000), çeltik tarımında makinalaşmanın tamamlanmasıyla ürün veriminde önemli miktarlarda

artışların sağlanabileceğini ifade etmektedirler. Çeltik üretimdeki artışa, yeni tarım alet ve makina kullanımlarının önemli bir etkisi söz konusudur. Bu noktadan hareketle, çiftçilerin çeltik üretiminde kullandıkları traktör ile tarım alet-makinalarının mevcut durumunun, kullanım etkinliğinin ve yeterliliğinin belirlenmesi ve buna ilişkin projeksiyon tahminlemesinin yapılmasının önemli olduğu söylenebilir.

Türkiye genelinde, bölge veya birçok il bazında genel veya özel olarak tarımda teknoloji kullanımına yönelik olarak traktör ile tarım alet ve makinalarının projeksiyonuna ait birçok çalışma, araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Destici ve Özarlan (2006), Söke ilçesindeki işlenen tarım alanı, mevcut traktör parkı, üniversal ekim makinaları durumu ve değişimlerini, gelecek 11 yıldaki traktör parkı ile pnömomatik ekim makinasına olacak talebi belirlemeye çalışmışlardır. Demir ve Kuş (2016), İç Anadolu Bölgesindeki tarımda teknoloji kullanımına ait projeksiyonu gelecek 10 yıla ilişkin olarak diskli traktör pulluğu, toprak frezesi, traktörle çekilen çayır biçme makinası, ot tırmığı, hububat ekim makinası, üniversal ekim makinası, pnömomatik ekim makinası ve kimyevi gübre dağıtma makinası için belirlemişlerdir. Demir (2013), Mersin ilindeki tarımda teknoloji kullanım projeksiyonunu belirlemek için, projeksiyon katsayısı değerlerini toprak işleme alet ve ekipmanları, bitki koruma makinaları, ekim ve gübreleme makinalarını için dikkate almışlardır.

Demir ve Öztürk (2013), Konya ilinde toprak işleme alet ve makinalarına ilişkin 2023 yılına kadar projeksiyon katsayısı değerlerini, diskli traktör pulluğu, kulaklı traktör pulluğu, rototiller, toprak frezesi, kültivatör, dişli tırmık, merdane, diskli tırmık, ot tırmığı ve karma tırmık için belirlemişlerdir. Malaslı ve ark. (2015), Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki kullanılan toprak işleme alet ve makinalarının çeşit ve sayılarının 1999-2013 yılları arasındaki dağılımını araştırarak gelecek 7 yıl zarfındaki değişimi regresyon modelleri kullanarak hesaplamış, gelecek yıllara ait senaryoları belirlemişlerdir. Demir (2015), İç Anadolu Bölgesinin bitki korumada kullanılan teknolojilerini ve 2023 yılına kadar ki projeksiyon katsayısı değerlerini; pülverizatör, atomizör, sırt pülverizatörü ve tozlayıcı için belirlemiştir. Baran ve ark. (2019), Türkiye'nin tarımsal teknoloji kullanımına ait projeksiyonun hesaplanmasında, Türkiye'deki yaygın olarak kullanılan 40 farklı tarım alet ve makinasından 35 adedine ait alet ve makinaların projeksiyon katsayılarının pozitif olduğunu ve gelecek yıllara göre artışların görülebileceğini ifade etmişlerdir.

Tarımsal uygulamalarda teknoloji ve makina kullanımı, ürün veriminin artışına dolaylı olarak etki yapmakta, alternatif üretim metotlarının uygulanmasını, tarımsal uygulamaların etkinliğini, ekonomikliğini ve çalışma şartlarını iyileştirmektedir (Demir ve Kuş, 2016). Tarımsal uygulamalarda teknoloji ve makina kullanımı, Türkiye genelinde, bölgesel düzeyde, ürün üretimi noktasında da farklılıklar göstermektedir.

Orta Anadolu ile Karadeniz geçit bölgesinde yer alan Çorum ilinin çeltik üretimindeki mekanizasyonunun mevcut durumu ve ilgili mekanizasyon kullanımına ait Türkiye'ye ait verilerle karşılaştırılmaları önem arz etmektedir. Buna bağlı olarak geleceğe yönelik projeksiyon tahminlemesinin yapılması, makina kullanımının seyrinin belirlenmesi, bu doğrultuda izlenecek politikalara yön verilmesi, gelecek senaryoların yapılarak hedef belirlemede önemli olduğu söylenebilir (Malaslı ve ark., 2015). Bu amaçla, bu çalışmada, Çorum ilinde, çeltik tarımında makina kullanım projeksiyonu tahminlemesi yapılmıştır. Çorum ilinde çeltik üretim mekanizasyonu aşamalarında kullanılan teknolojinin 11 yıllık üretim ve kullanım miktarları esas alınarak 2030

yılına kadar geçecek süre zarfında projeksiyon katsayıları hesaplanmış ve Türkiye'ye ilişkin verilerle karşılaştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada Bal (2018) tarafından yapılan ve konusu Çorum ilinde ayçiçeği ve çeltik tarımı yapan işletmelerin mekanizasyon düzeylerinin belirlenmesi olan yüksek lisans tez çalışmasından çeltik ile ilgili üretimdeki tarım makinaları kullanımına ait bilgi ve verilerden yararlanılmıştır. Bu kapsamda, çeltik üretiminde toprak işleme, ekim ve gübreleme, ilaçlama, hasat işlemlerindeki mekanizasyon uygulamalarındaki alet ve makinalar dikkate alınarak, Çorum ilinin en son güncel verilerini içerecek şekilde 2009-2019 yıllarına ait veriler TÜİK'ten alınmıştır. Çorum iline ait çeltik üretimindeki kullanılan traktör ile tarım alet ve makinalarının 2009-2019 yılları arasındaki 11 yıllık süre zarfındaki kullanım miktarları göz önüne alınarak, makinaların sayısal olarak artış ve azalışları yüzde oranlar olarak hesaplanmış, bu yüzde oranların da ortalama katsayıları saptanmıştır. Bir önceki yıla ilişkin makina sayısı ile ilgili o makinaya ilişkin katsayı çarpılarak, katsayıların azalış veya artışı doğrultusunda, Çorum ilindeki çeltik üretiminde yaygın olarak kullanılan traktör ile tarım alet ve makinalarına ait 2030 yılına kadar geçen olan 11 yıllık projeksiyonları belirlenmiştir. Projeksiyon katsayılarında değerin negatif ya da pozitif çıkmış olmasına göre, mevcut alet ve makina sayısında azalış ya da artış olup olmadığı da saptanmıştır. Demir ve ark. (2013), projeksiyon katsayıları değerlerinin negatif olarak çıkması durumunda tarım alet ve makinalarında azalış, pozitif olarak çıkması durumundaysa artış olduğu şeklinde belirlenebileceğini ifade etmişlerdir.

Çorum ilinde yoğun çeltik üretimi yapan Osmaniye ve Kargı ilçelerindeki işletmelerin toplam tarımsal alanlarının dağılımı, üretim deseni ve dağılımı ile çeltik üretim alanları incelendiğinde, toplam tarım alanlarının %53.64'ünün 1-50 dekar aralığında olduğu, işletmelerin genelde küçük ölçekli işletmelerden oluştuğu görülmektedir (Bal, 2018; Bal ve Altuntaş, 2019). Çorum ilinde çeltik tarımında traktör kullanımları incelendiğinde ise işletmelerin %93.64'ünün bir traktöre sahip olduğu, işletmelerin %97.27'sinde traktör yaş ortalamasının 11.89 yıl olduğu, traktör motor güç gruplarının 34.85-110 BG aralığında olduğu, ortalama motor gücünün ise 60.49 BG sonucu ortaya çıkmaktadır (Bal, 2018; Bal ve Altuntaş, 2019).

Çeltik üretimindeki işletmelerin sahip oldukları tarım alet ve makinalar, yapılan tarımsal uygulamalara göre; toprak işleme alet ve makinaları, ekim-gübreleme makinaları, hasat makinaları, ilaçlama makinaları ile diğer alet ve makinalar olarak gruplandırılarak Çizelge 1'de verilmiştir. Genel olarak, sahip olunan tarım makinalarının içerisinde, kulaklı pulluk, kültivatör ve tarım arabası kullanımının toplam makina kullanımındaki sayının %52'sini oluşturduğu, toprak işleme ekipmanları arasında ilk sırada %96.36 oranıyla kulaklı pulluk, ikinci sırada %94.55 oranında kültivatör kullanımının yer aldığı görülmektedir. Çeltik tarımında tesviye işleminin öneminden dolayı, işletmelerde tesviye aleti/küreğinin %50 oranında olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Çorum ilinde çeltik tarımında kullanılan traktör ile tarım alet ve makineler (Bal, 2018)

Table 1. Tractors and agricultural equipment and machinery used in paddy production in Çorum province (Bal, 2018)

Tarımsal işlemler	Tarım alet-makinası
Toprak işleme alet ve makineleri	Kültivatör (kazayağı)
	Kulaklı pulluk
	Merdane
	Dişli tırmık
	Diskli tırmık (diskaro)
	Dipkazan
	Kombikürüm (karma tırmık)
	Toprak frezesi (rotovatör)
Ekim, gübreleme makineleri	Tesviye küreği
	Atomizör (sırt tipi) ekim için Santrifüj gübre dağıtma makinası
Hasat makinası	Bıçerdöver
İlaçlama makinası	Traktör pülverizatörü
	Sırt pülverizatörü
	Atomizör (sırt tipi) ekim için
Diğer bazı alet ve makineler	Traktör
	Tarım arabası

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çorum ilindeki çeltik tarımındaki mekanizasyon kullanım projeksiyonu

Toprak işleme alet ve makineleri:

Çorum ilinde çeltik tarımında toprak hazırlığında, toprak işlemede en fazla tercih edilen alet-makine kombinasyonlarında kulaklı pulluğun kullanıldığı kombinasyonlar yer almaktadır. En yaygın kombinasyonun %61.81 oranında pulluk+kültivatör+tırmık şeklinde olduğu, bunun dışındaki kombinasyonların da rotovatör, iki kez pulluk ve iki kez kültivatör kullanımlarının olduğu açıklanmaktadır. Bazı durumlarda toprakta pulluk tabanı söz konusu olduğunda dipkazan kullanıldığı, arazi tesviyeleri için daha çok tesviye küreğinin kullanıldığı, bunun yanında lazerli tesviye aletiyle de tesviye yapıldığı, yörede çeltik üretiminde tavalanın yapılmasında da tesviye bıçağı kullanımı da söz konusudur (Bal, 2018; Bal ve Altuntaş, 2019). Çorum ilinde çeltik tarımında toprak hazırlığında kullanılan alet ve makinelerin 11 yıllık süreçteki durumları ve projeksiyon tahminlemesi, Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2’den görüleceği gibi, Çorum ilinde çeltik tarımında toprak hazırlığında kullanılan alet ve makinelerin geçmiş yılların değişim oranlarına göre elde edilen projeksiyon katsayılarında makineler arasında en yüksek değerler sırasıyla dipkazan (%31.72), toprak frezesi (%17.55) ve tesviye aletinde (%11.84) görülmüştür. Buna karşın en düşük değerler ise sırasıyla kulaklı pulluk (%1.03) ve kültivatörde (%1.10) gözlenmiştir. Kulaklı pullukta, 2018 yılında, kültivatörde ise 2014, 2016 ve 2018 yıllarında bir önceki yıla göre sayısal azalmalardan dolayı negatif (-) elde edilen geçmiş yıla değişim oranlarının hem kulaklı pullukta ve hem de kültivatörde projeksiyon katsayısı değerlerinin düşük çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 2. Çorum ilinde çeltik tarımında toprak hazırlığında kullanılan alet ve makinaların 11 yıllık süreçteki durumları ve projeksiyon tahminlemesi

Table 2. The situation of eleven years and projection estimation of the equipment and machines used in soil tillage treatments in paddy production in Çorum province

	Yıllar	Kulaklı pulluk	Kültivatör	Merdane	Diskli tırmık	Dişli tırmık	Karma kırmık	Dipkazan	Toprak frezesi	Tesviye aleti
Yıllara göre makine sayıları	2009	24 410	23 780	3 392	1 371	1 024	335	39	136	254
	2010	24 871	24 282	3 491	1 411	1 068	348	43	152	261
	2011	25 464	26 334	3 658	1 583	1 254	346	114	163	380
	2012	25 705	26 685	3 714	1 737	1 251	350	194	166	381
	2013	25 986	27 059	3 776	1 857	1 149	379	190	231	362
	2014	26 257	25 733	3 834	1 992	1 159	381	201	323	371
	2015	26 551	25 886	3 915	2 042	1 172	386	252	347	376
	2016	26 575	25 872	4 247	2 137	1 229	394	321	545	595
	2017	26 893	26 037	4 515	2 228	1 293	399	334	580	648
	2018	26 601	25 863	4 621	2 276	1 316	405	344	588	661
	2019	26 961	26 398	4 762	2 387	1 358	418	372	608	673
Geçmiş yılların değişim oranları	2009-2010	1.889	2.111	2.919	2.918	4.297	3.881	10.256	11.765	2.756
	2010-2011	2.384	8.451	4.784	12.190	17.416	-0.575	165.116	7.237	45.594
	2011-2012	0.946	1.333	1.531	9.728	-0.239	1.156	70.175	1.840	0.263
	2012-2013	1.093	1.402	1.669	6.908	-8.153	8.286	-2.062	39.157	-4.987
	2013-2014	1.043	-4.900	1.536	7.270	0.870	0.528	5.789	39.827	2.486
	2014-2015	1.120	0.595	2.113	2.510	1.122	1.312	25.373	7.430	1.348
	2015-2016	0.090	-0.054	8.480	4.652	4.863	2.073	27.381	57.061	58.245
	2016-2017	1.197	0.638	6.310	4.258	5.207	1.269	4.050	6.422	8.908
2017-2018	-1.086	-0.668	2.348	2.154	1.779	1.504	2.994	1.379	2.006	
2018-2019	1.353	2.069	3.051	4.877	3.191	3.210	8.140	3.401	1.815	
Projeksiyon katsayısı (%)		1.003	1.097	3.474	5.747	3.035	2.264	31.721	17.552	11.843
Gelecek yıllara ait projeksiyon tahmini	2020	27 231	26 688	4 927	2 524	1 399	427	490	715	753
	2021	27 505	26 980	5 099	2 669	1 442	437	645	840	842
	2022	27 780	27 276	5 276	2 823	1 485	447	850	988	942
	2023	28 059	27 576	5 459	2 985	1 531	457	1 120	1 161	1 053
	2024	28 340	27 878	5 649	3 156	1 577	468	1 475	1 365	1 178
	2025	28 625	28 184	5 845	3 338	1 625	478	1 943	1 604	1 317
	2026	28 912	28 493	6 048	3 530	1 674	489	2 559	1 886	1 473
	2027	29 202	28 806	6 258	3 732	1 725	500	3 371	2 217	1 648
	2028	29 495	29 122	6 475	3 947	1 777	511	4 441	2 606	1 843
	2029	29 791	29 441	6700	4 174	1 831	523	5 849	3 063	2 061
	2030	30 089	29 764	6933	4 414	1 887	535	7 705	3 601	2 305

Demir ve Kuş (2016), İç Anadolu Bölgesinde tarımda makina kullanım projeksiyonuna ait olarak 2004-2013 yılları için projeksiyon katsayısı değerlerini kulaklı pulluk için %1.08; toprak frezesi için %3.57 ve kültivatör için %1.74 olarak

belirlemiştir. Baran ve ark. (2019), Türkiye geneli için dipkazan ile ilgili projeksiyon katsayısı değerini %4.66 ve diskli tırmıkta ise %2.23 olarak belirlemişlerdir. Özellikle Çorum ilinde çeltik kullanımında dipkazan ve toprak frezesi, hem Türkiye ve hem de İç Anadolu Bölgesine oldukça yüksek bir projeksiyon katsayısına sahiptir.

Ekim ve gübreleme alet ve makinaları

Çorum ilinde, çeltik ekiminde yaklaşık %80-85'inde sulu ekim yapıldığı görülmektedir. Ekim işleminde yaklaşık %50 oranında elle serpmeye ekim yapılırken, son yıllarda da ekimde %35 oranında sırt tipi atomizör ile %15 oranında ise santrifüj gübre dağıtma makineleri ile çeltik ekimi yapılmaktadır. Gübreleme işleminde ise çiftçilerin elle, santrifüj gübre dağıtma makinesi ve sırt tipi atomizör kullanılmaktadır (Bal, 2018; Bal ve Altuntaş, 2019). Çorum ilinde çeltik tarımında ekim ve gübrelemede kullanılan alet ve makinaların 11 yıllık süreçteki durumları ve projeksiyon tahminlemesi, Çizelge 3'te verilmiştir. Çeltikte kullanılan ekim uygulamalarındaki santrifüj gübre dağıtma makinası için TÜİK verilerinden kimyevi gübre dağıtma makinası seçeneği kullanılmıştır.

TÜİK 2019 yılı istatistik verileri incelendiğinde, Çorum ilinde çeltik üretiminde ekim için kullanılan sırt pülverizatörü ile santrifüj gübre dağıtma makinalarının içinde yer aldığı kimyevi gübre dağıtma makinaları sayılarının, Türkiye geneline göre sırasıyla %1.48 ve %1.71'ine sahip olduğu görülmüştür (TÜİK, 2020). Sırt pülverizatörü, 2009 yılında 7 610 adet iken, 2019 yılında 9 720 adede yükselmiştir. Çizelge 3'ten de görüleceği gibi, sırt pülverizatörünün %2.52 projeksiyon katsayısı değeriyle ilde 2020 yılında 9 964 adede ve 2030 yılında ise 12 774 adede yükseleceği tahmin edilmektedir. Kimyevi gübre dağıtma makinalarında ise, 2009 yılındaki sayı 3 332 adet iken 2019 yılında 7 429 adet olduğu, böylece kimyevi gübre dağıtma makinalarının hesaplanan %9.29 projeksiyon katsayısı değeriyle gelecek 11 yıla ait projeksiyon tahmininin 2020 yılında 11 686 adetten 2030 yılında ise 28 339 adede yükseleceği beklenmektedir. Demir ve Kuş (2016), İç Anadolu Bölgesinde tarımda makina kullanım projeksiyonuna ait olarak 2004-2013 yılları için projeksiyon katsayısı değerlerini kimyevi gübre dağıtma makinası için %1.79 olarak hesaplamışlardır. Bu açıdan incelendiğinde, Çorum ilinin, İç Anadolu Bölgesindeki kimyevi gübre dağıtma makinasına göre daha yüksek bir projeksiyon katsayısına sahip olduğu söylenebilir.

İlaçlama alet ve makinaları

Çorum ilinde çeltik yetiştiriciliğinde işletmelerin ilaçlı mücadelede ekipman olarak %90 oranında sırt pülverizatörü (sırt pompası) ve atomizör, az miktarda kuyruk milinden tahrikli tarla pülverizatörü kullanılmaktadır (Bal, 2018; Bal ve Altuntaş, 2019). Çorum ilinde çeltik tarımında ilaçlamada kullanılan alet ve makinaların 11 yıllık süreçteki durumları ve projeksiyon tahminlemesi, Çizelge 4'te verilmiştir. Çorum ilinde çeltik üretiminde ilaçlama için kullanılan kuyruk milinden hareketli pülverizatör sayısının, TÜİK 2019 yılı istatistik verileri incelendiğinde (TÜİK, 2020). Türkiye geneline göre %2.93'üne sahip olduğu görülmektedir. Çorum ilinde, kuyruk milinden hareketli pülverizatör sayısı, 2009 ile 2019 yılları arasında 8 146 adetten 10 695 adede yükselmiştir. Kuyruk milinden hareketli pülverizatör sayısının, %2.78 projeksiyon katsayısı değeriyle gelecek 11 yıl içerisinde 2020 ile 2030 yılları arasındaki sayıların 10 991 adetten 14 445 adede yükseleceği tahmin edilmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Çorum ilinde çeltik tarımında ekim ve gübrelemede kullanılan alet ve makinaların 11 yıllık süreçteki durumları ve projeksiyon tahminlemesi

Table 3. The situation of eleven years and projection estimation of the equipment and machines used in sowing and fertilization treatments in paddy production in Çorum province

	Yıllar	Sırt Pülverizatörü	Kimyevi gübre dağıtma makinası
Yıllara göre makine sayıları	2009	7 610	3 332
	2010	8 290	3 470
	2011	8 114	3 932
	2012	8 481	4 067
	2013	8 778	4 147
	2014	8 970	4 179
	2015	9 093	4 434
	2016	9 406	6 874
	2017	9 445	7 018
	2018	9 518	7 158
	2019	9 720	7 429
Geçmiş yılların değişim oranları	2009-2010	8.936	4.142
	2010-2011	-2.123	13.314
	2011-2012	4.523	3.433
	2012-2013	3.502	1.967
	2013-2014	2.187	0.772
	2014-2015	1.371	6.102
	2015-2016	3.442	55.029
	2016-2017	0.415	2.095
	2017-2018	0.773	1.995
	2018-2019	2.122	3.786
Projeksiyon katsayısı (%)		2.515	9.263
Gelecek yıllara ait projeksiyon tahmini	2020	9 964	8 117
	2021	10 215	8 869
	2022	10 472	9 691
	2023	10 735	10 588
	2024	11 005	11 569
	2025	11 282	12 641
	2026	11 566	13 812
	2027	11 857	15 091
	2028	12 155	16 489
	2029	12 461	18 016
	2030	12 774	19 685

Demir (2015), İç Anadolu Bölgesi için tarımda ilaçlama makinalarının kullanım projeksiyonunu 2004-2013 yılları için hesaplayarak projeksiyon katsayısı değerlerini traktör kuyruk milinden hareketli pülverizatör için %1.58, sırt pülverizatörü için %0.36 ve sedyeli kombine atomizör için %-7.09 olarak hesaplamıştır.

Bu çalışmada, Çorum ilinde çeltik tarımında ilaçlamada kullanılan sırt pülverizatörünün hem ekimde serpmeye ekim için kullanılması ve hem de ilaçlamada kullanılıyor olmasından dolayı, İç Anadolu ve Türkiye ölçeğindeki kullanımlarına göre daha yüksek düzeyde kullanım etkinliğine sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 4. Çorum ilinde çeltik tarımında ilaçlamada kullanılan alet ve makinaların 11 yıllık süreçteki durumları ve projeksiyon tahminlemesi

Table 4. The situation of eleven years and projection estimation of the equipment and machines used in plant protection treatments in paddy production in Çorum province

	Yıllar	Kuyruk milinden hareketli pülverizatör	Sırt Pülverizatörü	Sedyeli, motorlu pülverizatör. (tozlayıcı kombine atomizör)
Yıllara göre makine sayıları	2009	8 146	7 610	233
	2010	8 553	8 290	247
	2011	8 760	8 114	247
	2012	8 907	8 481	250
	2013	9 048	8 778	253
	2014	9 130	8 970	253
	2015	9 220	9 093	254
	2016	9 847	9 406	258
	2017	10 106	9 445	258
	2018	10 242	9 518	261
	2019	10 695	9 720	270
Geçmiş yılların değişim oranları	2009-2010	4.996	8.936	6.009
	2010-2011	2.420	-2.123	0.000
	2011-2012	1.678	4.523	1.215
	2012-2013	1.583	3.502	1.200
	2013-2014	0.906	2.187	0.000
	2014-2015	0.986	1.371	0.395
	2015-2016	6.800	3.442	1.575
	2016-2017	2.630	0.415	0.000
	2017-2018	1.346	0.773	1.163
2018-2019	4.423	2.122	3.448	
Projeksiyon katsayısı (%)		2.777	2.515	1.500
Gelecek yıllara ait projeksiyon tahmini	2020	10 992	9 964	274
	2021	11 297	10 215	278
	2022	11 611	10 472	282
	2023	11 933	10 735	287
	2024	12 265	11 005	291
	2025	12 605	11 282	295
	2026	12 955	11 566	300
	2027	13 315	11 857	304
	2028	13 685	12 155	309
	2029	14 065	12 461	313
	2030	14 456	12 774	318

Hasat makinaları

Çorum ilinde çeltik tarımında işletmelerin tamamında hasat biçerdöverle yapılmaktadır (Bal, 2018; Bal ve Altuntaş, 2019). Projeksiyon hesaplamasında biçerdöverlere ait farklı yaş grupları için hesaplamalar dikkate alınmıştır. Çorum ilinde

çeltik tarımında hasat işlemlerinde farklı yaş gruplarındaki biçerdöverin kullanımına ait 11 yıllık süreçteki durumları ve projeksiyon tahminlemesi, Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Çorum ilinde çeltik tarımında hasat işlemlerinde farklı yaş gruplarındaki biçerdöverin kullanımına ait 11 yıllık süreçteki durumları ve projeksiyon tahminlemesi
Table 5. The situation of eleven years and projection estimation of the using combine harvester in the different age groups in harvesting operation of the paddy production in Çorum province

	Yıllar	Bıçerdöver (0-5 yaş)	Bıçerdöver (6-10 yaş)	Bıçerdöver (11-20 yaş)	Bıçerdöver (>21 yaş)
Yıllara göre makina sayıları	2009	70	102	118	188
	2010	35	88	89	210
	2011	48	96	95	227
	2012	45	71	83	206
	2013	39	72	76	200
	2014	51	72	68	195
	2015	60	76	79	197
	2016	71	95	75	186
	2017	74	108	75	179
	2018	64	111	87	169
	2019	75	121	99	180
Geçmiş yılların değişim oranları	2009-2010	-50.000	-13.725	-24.576	11.702
	2010-2011	37.143	9.091	6.742	8.095
	2011-2012	-6.250	-26.042	-12.632	-9.251
	2012-2013	-13.333	1.408	-8.434	-2.913
	2013-2014	30.769	0.000	-10.526	-2.500
	2014-2015	17.647	5.556	16.176	1.026
	2015-2016	18.333	25.000	-5.063	-5.584
	2016-2017	4.225	13.684	0.000	-3.763
	2017-2018	-13.514	2.778	16.000	-5.587
2018-2019	17.188	9.009	13.793	6.509	
Projeksiyon Katsayısı (%)		4.221	2.676	-0.852	-0.227
Gelecek yıllara ait projeksiyon tahmini	2020	78	124.2	98	180
	2021	81	128	97	179
	2022	85	131	96	179
	2023	88	134	96	179
	2024	92	138	95	178
	2025	96	142	94	178
	2026	100	146	93	178
	2027	104	149	92	177
	2028	109	153	92	177
	2029	113	158	91	176
	2030	118	162	90	176

Çizelge 5'te yer aldığı gibi, Çorum ilinde çeltik tarımında hasat işlemlerinde farklı yaş gruplarındaki biçerdöverlerin kullanımına ait projeksiyon katsayılarında en yüksek değer, 0-5 yaş aralığındaki biçerdöver sayılarında elde edilmiştir. Biçerdöver yaş grupları aralığı olarak 0-5 yaş ile 6-10 yaş aralığındaki biçerdöver sayılarında yıllara göre artışlar gözlenirken, 11-20 yaş ile >21 yaş aralığındaki biçerdöverlerin sayılarında ise azalışlar gözlenmiştir.

Özellikle >21 yaş aralığındaki biçerdöverlerin genel olarak bir önceki yıla göre sayılarının sürekli azalış göstermesi, değişim oranları ile buna bağlı olarak da hesaplanan projeksiyon katsayısı değerinin negatif çıkmasına neden olmuştur. Bu kapsamda, >21 yaş grubunda biçerdöverlerin sayılarının %0.23 olarak belirlenen projeksiyon katsayısı dikkate alındığında, 2020 yılındaki değerinin 180 adet, 2030 yılında ise bu değer 176 olacağı öngörülmektedir.

11-20 yaş grubundaki biçerdöverlerde ise, sayıların %0.85 olarak belirlenen projeksiyon katsayısı dikkate alındığında, 2020 yılındaki değerinin 98 adet, 2030 yılında ise bu değer 90 olacağı öngörülmektedir (Çizelge 5).

Diğer tarım makineleri kullanımı

Çorum ilinde çeltik üretiminde mekanizasyon işlemlerinde traktör ve tarım arabası kullanımları da söz konusudur (Bal, 2018; Bal ve Altuntaş, 2019). Çorum ilinde çeltik tarımında tarımsal işlemlerde kullanılan makineler olarak traktör ve tarım arabası kullanımına ait 11 yıllık süreçteki durumları ve projeksiyon tahminlemesi, Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge 6'da traktörlere ait projeksiyon hesaplamasında traktörlerin Çorum ilinde çeltik tarımı yapan işletmelerdeki mevcut güç grupları dikkate alınarak 4 tekerlekli ve 35 BG ve üzeri güç grupları dikkate alınmıştır (Bal, 2018; Bal ve Altuntaş, 2019).

Çorum iline ait çeltik tarımındaki traktör kullanımları incelendiğinde, işletmelerin %48.60'ında traktör motor gücünün 46-60 BG aralığındaki orta-büyük güç grubu aralığında olduğunu, bu ise, çeltik üretiminde traktör güç gruplarının orta büyük ve büyük güç grubunda yer alan traktörlerin sayısal olarak yarısına yakını oluşturmaktadır (Bal ve Altuntaş, 2019). Türkiye genelinde de traktör güç gruplarında daha yüksek güç grubuna sahip traktörlerde dikkate değer oranda artışların olduğu görülmektedir (Altuntaş, 2016). Çizelge 6'da yer alan Çorum ilinde çeltik tarımında kullanılan farklı güç gruplarındaki traktörlerin projeksiyon katsayılarında en yüksek değer, >70 BG güç grubundaki traktör sayılarında %5.13 değerinde elde edilmiştir. Traktör güç grupları. Çorum ilinde çeltik tarımı yapan işletmelerin elinde mevcut güç gruplarından 35-50 BG, 51-70 BG ve >70 BG üzeri güç gruplarına göre dikkate alınmıştır. Traktör güç grupları arasında projeksiyon katsayısı en düşük 35-50 BG grubunda (%0.146) gerçekleşmiştir.

Çorum ilinde çeltik üretiminde kullanılan traktör sayıları 35-50 BG, 51-70 BG ve >70 BG güç gruplarının TÜİK 2019 yılı istatistik verileri incelendiğinde (TÜİK, 2020), Türkiye geneline göre sırasıyla %2.52, %2.24 ve %2.33 üne sahip olduğu görülmüştür. Traktör sayılarının 35-50 BG, 51-70 BG ve >70 BG güç gruplarına göre sırasıyla %0.15, %2.86 ve %5.13 projeksiyon katsayısı değerleriyle gelecek 11 yıl içerisinde 2020 ile 2030 yılları arasındaki sayılarının sırasıyla 35-50 BG güç grubundaki traktörlerde 12 520 adetten 12 704 adede, 51-70 BG güç grubundaki traktörlerde 11 843 adetten 15 703 adede ve >70 BG güç grubundaki traktörlerde 4261 adetten 7026 adede yükseleceği tahmin edilmektedir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Çorum ilinde çeltik tarımında tarımsal işlemlerde kullanılan farklı güç traktör ve tarım arabasına ilişkin 11 yıllık süreçteki durumları ve projeksiyon tahminlemesi

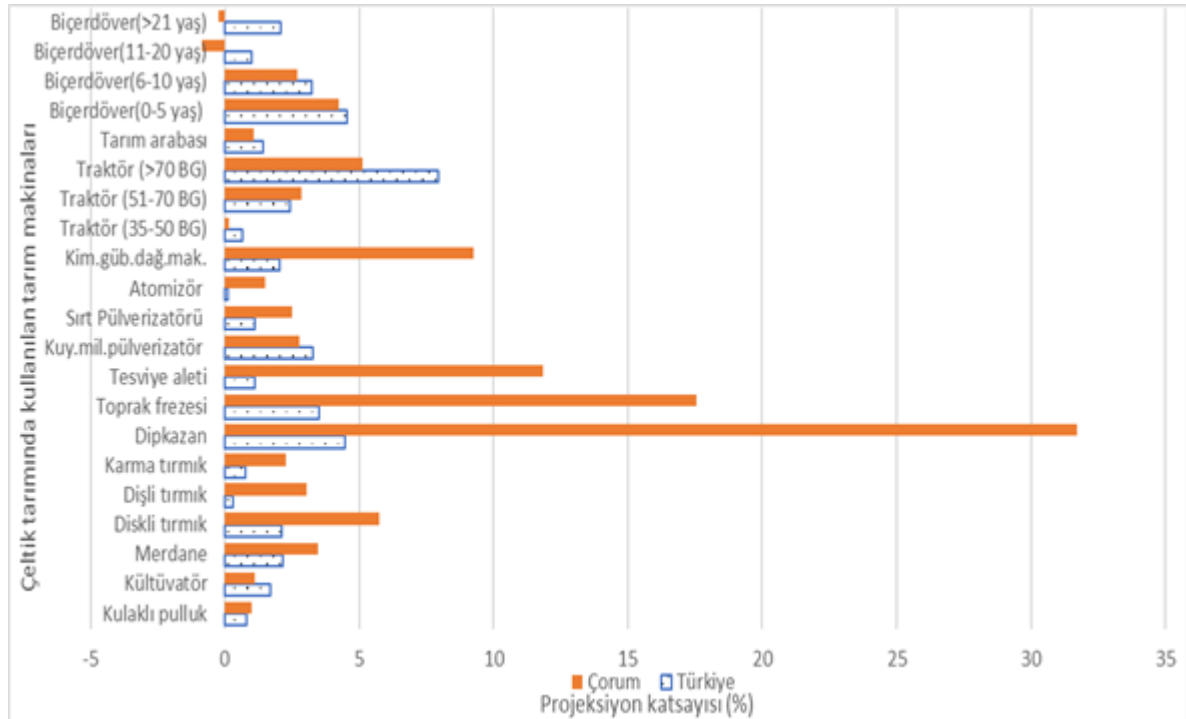
Table 6. The situation of eleven years and projection estimation of different powers tractors and agricultural equipment used in agricultural treatments in paddy rice production in Çorum province

	Yıllar	Traktör (35-50 BG)	Traktör (51-70 BG)	Traktör (>70 BG)	Tarım arabası
Yıllara göre makina sayıları	2009	12 327	8 719	2 488	23 741
	2010	12 493	8 894	2 524	24 206
	2011	12 687	9 907	2 379	24 737
	2012	12 589	10 104	2 450	25 078
	2013	12 677	10159	2 575	25 222
	2014	12 698	10 316	2 639	25 326
	2015	12 617	10 567	2 789	25 481
	2016	12 754	10 606	3 043	25 877
	2017	12 772	10 961	3 490	26 097
	2018	12 608	11158	3 762	26 049
	2019	12 502	11 514	4 053	26 440
Geçmiş yılların değişim oranları	2009-2010	1.347	2.007	1.447	1.959
	2010-2011	1.553	11.390	-5.745	2.194
	2011-2012	-0.772	1.988	2.984	1.379
	2012-2013	0.699	0.544	5.102	0.574
	2013-2014	0.166	1.545	2.485	0.412
	2014-2015	-0.638	2.433	5.684	0.612
	2015-2016	1.086	0.369	9.107	1.554
	2016-2017	0.141	3.347	14.689	0.850
	2017-2018	-1.284	1.797	7.794	-0.184
2018-2019	-0.841	3.191	7.735	1.501	
Projeksiyon katsayısı (%)		0.146	2.861	5.128	1.085
Gelecek yıllara ait projeksiyon tahmini	2020	12 520	11 843	4 261	26 727
	2021	12 539	12 182	4 479	27 017
	2022	12 557	12 531	4 709	27 017
	2023	12 575	12 889	4 951	27 310
	2024	12 594	13 258	5 204	27 606
	2025	12 612	13 637	5 471	27 906
	2026	12 630	14 028	5 752	28 209
	2027	12 649	14 429	6 047	28 515
	2028	12 667	14 842	6 357	28 824
	2029	12 686	15 266	6 683	29 137
	2030	12 704	15 703	7 026	29 453

Tarım arabaları sayılarının, Çorum ilinde çeltik üretiminde kullanılma oranı, TÜİK 2019 yılı istatistik verilerine göre (TÜİK, 2020), Türkiye geneline göre %2.20'ine sahip olduğu görülmektedir. Tarım arabaları sayılarının %1.085 projeksiyon katsayısı değerleriyle gelecek 11 yıl içerisinde 2020 ile 2030 yılları arasındaki sayıların 26 727 adetten 29 453 adede yükseleceği tahmin edilmektedir (Çizelge 6).

Çorum ilinde çeltik üretiminde kullanılan toprak işleme, ekim-gübreleme, ilaçlama, hasat ile diğer kullanılan alet ve makinaların projeksiyon katsayılarının Türkiye değerleriyle karşılaştırılması toplu olarak Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde. Çorum ilinde çeltik tarımında Türkiye değerleri karşılaştırmasında hesaplanan dipkazan değeri en dikkat çeken bir değer olarak görülmektedir. Çorum ilinde, Türkiye geneline göre dipkazan kullanımında yaklaşık 6 kat daha yüksek değer elde edilmiştir. Buna neden olarak, çeltik tarımında kulaklı pulluğun kullanıldığı farklı kombinasyonlardaki toprak işleme yöntemi sonucu pulluk tabanı oluşumundan dolayı dipkazan kullanımının arttığı söylenebilir.

Çorum ilinde çeltik tarımında traktör kullanımında 51-70 BG güç grubunda traktör kullanımı, kimyevi gübre dağıtma makinası kullanımı (santrifüj gübre dağıtma makinası), ekim için sırt pülverizatörü kullanımı, tesviye aleti kullanımı ile toprak işleme uygulamalarında merdane, dişli tırmık, diskli tırmık ve karma tırmık (kombikürüm) kullanımlarının projeksiyon katsayısı olarak Türkiye geneline göre daha yüksek değerler verdiği de görülmektedir. Çeltik hasadı için biçerdöver kullanımlarında da daha yaşlı gruptaki biçerdöver kullanımlarının (11-20 yaş ve >21 yaş), Çorum ilinde azalış göstermesi de daha fonksiyonel biçerdöverlerin kullanımların arttığı ve artacağı anlamına gelmektedir.



Şekil 1. Çorum ilinde çeltik üretiminde kullanılan tarımsal alet ve makinaların projeksiyon katsayılarının Türkiye'deki tarımsal ekipman ve makinelere göre karşılaştırılması

Figure 1. The comparison of the projection coefficients of the agricultural equipment and machines used in paddy production in Çorum province with belonging to agricultural equipment and machines in Turkey

SONUÇ

Çorum ilinde çeltik tarımında kullanılan alet ve makinaların projeksiyon katsayısı değerlerinin düşük ve yüksek çıkması, tarımsal işlevleri açısından bu makinaların kullanım etkinliğini de belirtmektedir. Düşük değerler, etkinliğin az olduğunu, yüksek değerler ise etkinliğin daha fazla olduğunu göstermektedir. Diğer tarımsal üretimlerde de olduğu gibi çeltik tarımında da tarımda teknoloji ve makina kullanımının yaygınlaştırılması ve planlı bir şekilde yapılıyor olması, tarımsal üretimde kârlılığı sağlamak açısından ve yörenin işletme yapılarına göre uygun makinaların seçilmesi ve kullanılması açısından önem arz etmektedir. Çalışmada, Çorum ilinde çeltik tarımında kullanılan alet ve makinaların Türkiye ölçeğinde karşılaştırılması yapıldığında, özellikle toprak işleme aletlerinin kullanımında örneğin dipkazan, toprak frezesi, dişli tırmık, diskli tırmık ve merdane kullanımlarının Türkiye ortalamalarından projeksiyon açısından daha yüksek değerler verdiği, kimyevi gübre dağıtma makinalarında da benzer şekilde değerlerin yüksek olduğu görülmektedir. En dikkat çekici durum, özellikle yörede çeltik hasadının tamamının biçerdöverle hasat edilmesinden dolayı, yörede daha çok biçerdöver kullanımının yaşlı mekanik ömrünü tamamlamış biçerdöverler yerine yeni 0-5 yaş grubundaki biçerdöver kullanımının üst düzeyde olduğunu göstermiştir. Bu durumun, çeltik hasadında ürün kayıplarının azaltılması noktasında önemli bir etkiye neden olacağını göstermektedir. Çorum ilinde tarımsal üretimde kullanılan alet ve makinaların belirlenen projeksiyon katsayılarının yaşlı biçerdöverler (11-20 yaş ve >21 yaş) hariç diğer bütün makina kullanımlarında pozitif değerlerde olması nedeniyle 2030 yılına kadar sayısal olarak artış göstereceği söylenebilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar olarak herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Yazarlar olarak makaleye aşağıdaki katkıların sunulduğunu beyan ederiz.

Murat Bal: Verilerin incelenmesi, verilerin analizi, makalenin yazımı, makalenin son şeklinin verilmesi

Ebubekir Altuntaş: Çalışmanın planlanması, literatür taraması, verilerin yorumlanması

KAYNAKLAR

- Altuntaş E (2016). Türkiye'nin tarımsal mekanizasyon düzeyinin coğrafik bölgeler açısından değerlendirilmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (12): 1157-1164.
- Bal M (2018). *Çorum ilinin ayçiçeği ve çeltik tarımı yapan işletmelerinin mekanizasyon düzeyinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı. s. 96. Tokat.
- Bal M ve Altuntaş E (2019). Çorum ilinde çeltik üretimi yapan işletmelerin tarımsal mekanizasyon durumu *Akademik Ziraat Dergisi*, 8 (1): 63-76.
- Baran MF, Gökdoğan O, Kaya Aİ and Oğuz Hİ (2019). Projection of technology equipment usage in agriculture in Turkey. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6 (1): 1-9.

- Bayhan Y (1993). *Çukurova Bölgesinde çeltik üretiminde mekanizasyon sorunlarının değerlendirilmesi üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı. s.59. Tekirdağ.
- Çiçek G ve Çelen İH (2000). Trakya Bölgesindeki çeltik işletmelerinin mekanizasyon durumu. *Türk-Koop Ekin Dergisi*. Sayı: 13, Temmuz-Eylül 2000. Ankara
- Demir B (2013). Mersin ilinin tarımda teknoloji kullanım projeksiyonu. *Alnteri Zirai Bilimler Dergisi*, 24 (B): 29-34.
- Demir B ve Öztürk İ (2013). *Konya ilinin toprak işleme alet ve makinaları projeksiyonu*. 28. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi. 4-6 Eylül 2013. s. 74-80. Konya
- Demir B ve Kuş E (2016). İç Anadolu Bölgesi'nin tarımda teknoloji kullanım projeksiyonu. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi TARGİD Özel Sayı 89-95*.
- Demir B (2015). İç Anadolu Bölgesinin bitki koruma makineleri projeksiyonu. *Alnteri Zirai Bilimler Dergisi*, 28 (B): 27-32.
- Destici H ve Özarslan C (2006). *Söke ilçesinde pnömatik ekim makinaları talep projeksiyonunun belirlenmesi*. Tarımsal Mekanizasyon 23. Ulusal Kongresi. 6-8 Eylül 2006. s. 91-95. Çanakkale
- Malash MZ, Çelik A ve Çelik Ş (2015). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin toprak işleme alet ve makinaları projeksiyonunun regresyon analizi yöntemiyle belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1): 126-132.
- TMO (2016). Toprak Mahsülleri Ofisi, 2016 Yılı Hububat Raporu www.tmo.gov.tr/ (12.05.2018)
- TÜİK (2020). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). tuik.gov.tr (01.03.2020).



Research Article (Araştırma Makalesi)

Ziyaret Gölet Havzası Akımlarında Tarımsal Uygulamalara Bağlı Olarak
Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ ve Cl⁻ içeriklerinin Zamansal Değişiminin Araştırılması

İsa KAYA^{IDa} İrfan OĞUZ^{IDb*} Rasim KOÇYİĞİT^{IDb}

^aİl Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Amasya, TÜRKİYE

^bToprak ve Bitki Besleme Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, 60240, Tasliciftlik, Tokat, TÜRKİYE

(*): Sorumlu Yazar, irfan.oguz@gop.edu.tr; +90-532-3407061, Fax: +90-356-2521488

ÖZET

Tarımsal uygulamalar ve hızlı kentleşme, küçük kırsal havzaların su kalitesine yönelik ciddi tehditlere neden olmaktadır. Bu çalışmada, Ziyaret Göleti havzasında tarımsal uygulamalar ve bu uygulamaların su kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, 2014 su yılı için havza akışlarının bazı kimyasal özellikleri (01 Ekim 2013 - 29 Eylül 2014) incelenmiştir. Havza akışlarının Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ ve Cl⁻ içerikleri toplanan su numunelerinin analizi ile tanımlanmıştır. Havza akışları MIKE 11 NAM hidrolojik model yardımıyla tahmin edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Cu 0.008-0.35 mg l⁻¹, Fe 0.051-0.096 mg l⁻¹, Zn 0.033-0.146 mg l⁻¹, Cl 0.053-0.186 mg l⁻¹ arasında değişmektedir. Havzadan günlük olarak taşınan kimyasalların miktarı havzanın günlük akışları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Cu⁺ 20-25.41 kg gün⁻¹, Fe⁺ 20-21.01 kg gün⁻¹, Zn⁺⁺ 0-22.15 kg gün⁻¹ ve Cl⁻ 0-22.57 kg gün⁻¹. Sulama amacıyla yapılan Amasya Ziyaret Göleti'nin periyodik su kalitesi ile havzadaki tarımsal faaliyetler arasındaki ilişki araştırılmıştır.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 29.06.2020
Kabul tarihi: 12.08.2020

Anahtar Kelimeler:

- Su kalitesi,
- Su kirliliği,
- Bakır,
- Demir,
- Çinko,
- Klor

Alıntı için: Kaya İ, Oğuz İ, Koçyiğit R (2020). Ziyaret Gölet Havzası Akımlarında Tarımsal Uygulamalara Bağlı Olarak Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ ve Cl⁻ içeriklerinin Zamansal Değişiminin Araştırılması. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 248-260. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.003>

Investigation of Temporal Change of Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ and Cl⁻ Contents Depending on Agricultural Practices in Ziyaret Pond Basin Flows

ABSTRACT

Agricultural practices and rapid urbanisation, represent serious threats to the water quality of small rural basins. This study aims to discover the relationship between agricultural practices and its impact on water quality in the Ziyaret Pond's basin. For this purpose, some chemical specifications of the basin flows for 2014 water year (from 01 October 2013 to 29 September 2014) were studied. Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ ve Cl⁻ specifications of the basin flows were identified with the analysis of the collected water samples. Flows of the basin were estimated with the help of MIKE 11 NAM hydrological model. According to the results of the analysis, Cu ranged from 0.008-0.35 mg l⁻¹, Fe 0.051-0.096 mg l⁻¹, Zn 0.033-0.146 mg l⁻¹, Cl 0.053-0.186 mg l⁻¹. The amount of chemicals carried daily from the basin has been calculated taking into account the daily flows of the basin. Calculated values ranged from for Cu⁺⁺ 0-25.41 kg day⁻¹, Fe⁺⁺ 0-21.01 kg day⁻¹, Zn⁺⁺ 0-22.15 kg day⁻¹ and Cl⁻ 0-22.57 kg day⁻¹. The relationship between the periodic water quality of Amasya Ziyaret Pond, which was built for irrigation, and agricultural activities in the basin was investigated.

RESEARCH ARTICLE

Received: 29.06.2020

Accepted: 12.08.2020

Keywords:

- Water quality,
- Water pollution,
- Copper,
- Iron,
- Zinc,
- Chlorine

To cite: Kaya İ, Oğuz İ, Koçyiğit R (2020). Investigation of Temporal Change of Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ and Cl⁻ Contents Depending on Agricultural Practices in Ziyaret Pond Basin Flows. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 248-260. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.003>

GİRİŞ

Su toplama havzalarında var olan arazi kullanım türlerinde radikal değişimler, kırsal alanların yerleşim yerlerine dönüşümü ve bu açılan yeni yerleşim yerlerinin alansal olarak yayılma eğilimi, arazi kullanımlarında dinamik ve hızlı değişimlere yol açmıştır. İnsanlar, bu durumun doğal kaynaklara, özellikle de su kaynaklarının niteliği ve niceliğine olan etkisine uzun yıllardır ilgi duymuşlardır (Szewran'ski ve ark., 2018; Dutta ve ark., 2018). Arazi kullanım değişikliği, toprak erozyonunu ve havzadaki kaynağı belirsiz noktasal olmayan kirliliği artırarak hidrolojik döngünün olumsuz etkilenmesine yol açmaktadır (Li, 1996).

Tarım alanlarında çiftçiler tarafından tarımsal üretim için uygulanan gübreleme, sulama ve ilaçlama gibi insan faaliyetleri ve bu faaliyetlerin havza çıkışı su kalitesine olası etkilerinin araştırılması sürdürülebilir havza yönetimi bakımından büyük önem taşımaktadır. Su toplama havzalarında yürütülmüş birçok çalışma, havzada mevcut arazi kullanım türü ile havza çıkışı su kalitesi arasındaki doğrudan ilişki olduğunu göstermiştir (Batbayar ve ark., 2019). Genel olarak, havza çıkış suyunda bulunan azot, fosfor ve diğer kirleticiler tarım arazileri kaynaklı, organik ve ağır metal kirliliği ise esas olarak sanayi ve kentsel arazi kullanımından etkilendiği bildirilmektedir (Batbayar ve ark., 2019; Hu ve ark., 2011). Böyle bir genellemeye rağmen her havza kendi özel koşullarına sahiptir. Örneğin düşük rakımlı havzalarda yavaş akış görülen nehirler, havzada oransal olarak daha fazla kaldıkları için yoğun arazi kullanımının

etkilerine daha fazla maruz kalırlar ve daha fazla risk taşırlar (Stoate ve ark., 2001). Aynı şekilde büyük su toplama alanlarına sahip küçük akış hacimli akarsular ise küçük akış hacimleri nedeniyle mevcut kirleticileri etkili bir şekilde seyreltecek kapasitede değildirler (Borics ve ark., 2016). Bazı meyvecilik tarımı yapılan kırsal havzalarda ise göztaşı, demir preparatlarla gübreleme gibi uygulamalar havza akımlarında yer alan demir, çinko, klor gibi maddelerde anlık değişimlere neden olabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı, her havzada farklı özellikler araştırmacılar tarafından dikkate alınır ve etkili çözümler üretilmeye çalışılır.

İnsan faaliyetlerinin su kalitesine olan etkisine yönelik olarak Alvarez-Rogel ve ark. (2006) tarafından İspanya'da Mar Menor Lagünü'nde yapılan çalışmada, lagün suyunda EC, pH, sülfat, klorür, nitrat, amonyum ve çözülmüş fosfor konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, civardaki tarımsal alanların etkisiyle nitrat konsantrasyonu, turizm aktivitelerinin etkisiyle de amonyum ve fosfor değerlerinin yüksek seviyede olduğunu belirtmişlerdir.

Oğuz ve ark., 2019 tarafından araştırmada Amasya Ziyaret gölet havzasında yapmış oldukları çalışmalarında sulama amaçlı gölette fosfor, nitrat, nitritin neden olduğu ötrofikasyon riski belirlenmiştir.

Amasya Ziyaret Göleti Havzası'nda 2013-2014 yıllarında gerçekleştirilen bu araştırmada, havza sularının bazı kimyasal özelliklerinin zamansal değişimi izlenmiştir. Ziyaret Göleti Havzası akımlarının çeşitli özellikleri anlık olarak alınmış bulunan su örneklerinde yapılan analizlerle bakır, demir, çinko ve klor içerikleri belirlenmiştir. Bilindiği gibi bir havzadan çıkan yüzey, yüzey altı ve taban akışı suyun geldiği bölgedeki tarımsal faaliyetlerin, mevcut havzanın bitki örtüsünün ve havza topraklarının yapısının bir yansımasıdır. Araştırma havzasında anlık akım değerleri belirlenmiş parametrelerde değişimler ve bu değişimlere havzada yapılan gübreleme ve ilaçlama gibi temel amenajman uygulamalarının etkisi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, sulama amacıyla inşa edilmiş bulunan Amasya Ziyaret Göleti dönemsel su kalitesi, su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre belirlenmeye çalışılmış ve kirlilik unsurlarının sulama sahasına olası olumsuz etkileri araştırılmıştır.

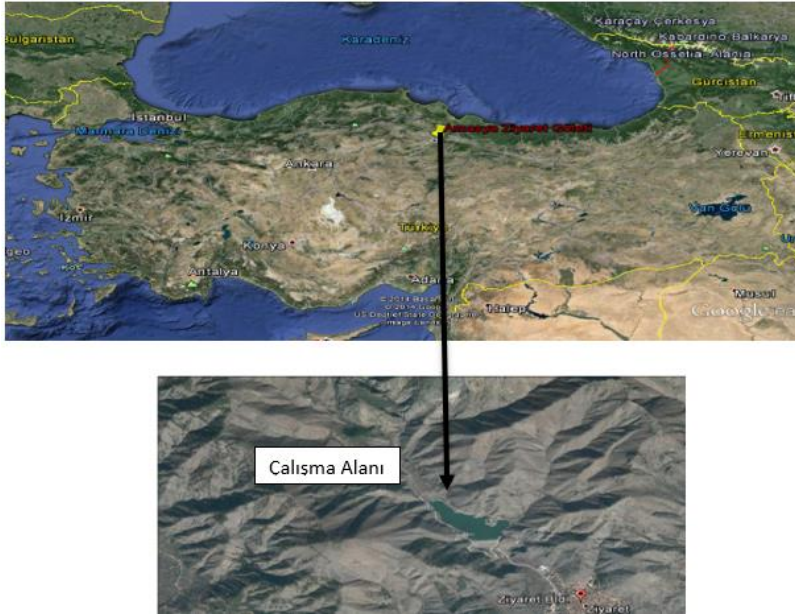
MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, 1996-2005 yılları arasında Amasya DSİ Müdürlüğü tarafından sulama amaçlı olarak inşa edilen Ziyaret Göleti Havzasında yürütülmüştür. Ziyaret Göleti Amasya il merkezine 4 km mesafede olup havza alanı 28 km²'dir. Gölet su toplama havzası tarım, mera ve orman arazilerinden oluşmaktadır (Şekil 1).

Havzada kestane rengi topraklar hakimdir. Havza toprağı organik madde içeriği orta ve pH nötr veya hafif alkalidir. Toprak orta derecede kireç içerir ve CaCO₃ içeriği alt toprak yüzeylerine doğru artar (KHGM 1991).

Ziyaret Gölet Havzasında tarım, mera ve orman arazi kullanım türleri bulunmaktadır. Tarım arazilerinde meyve bahçeleri yaygın olup, yem ve tarla bitkileri yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Yöre çiftçileri ile yüz yüze yapılan görüşmeler sonucunda, tarla bitkilerinin bulunduğu arazilere, sonbaharda ekim öncesinde amonyum fosfat ve çiftlik gübresi uygulanırken, ekimden sonra ise azotlu gübre uygulaması yapıldığı anlaşılmıştır. İlkbahar aylarında ise daha çok azotlu gübre kullanıldığı belirtilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı
Figure 1. Study area

Havzada yer alan meyve ağaçlarına sonbahar aylarında azot, fosfor, potasyum içerikli kompoze gübreler ve çiftlik gübresi uygulanırken, kış aylarından ilkbahar aylarına geçiş döneminde, ağaçlar çiçek açmadan bakır içerikli ilaçlar uygulanmakta olduğu bildirilmiştir. Meyve bahçelerinde ilkbahar aylarında daha çok azotlu gübreler uygulanırken sülfat içerikli gübreler de bazı çiftçiler tarafından kullanılmaktadır. Meyve bahçelerinde yaz aylarında potasyum-nitrat ve kalsiyum nitrat gübreleri uygulanmaktadır. Mera ve orman arazilerinde gübreleme uygulaması yapılmamaktadır.

Havza, Orta Karadeniz bölgesinin iç kesiminde bulunduğu için, kıyı kesiminin ılıman ikliminden iç kesimin sert iklimine geçiş karakteri hâkimdir. Bu nedenle yazları kurak, kışları ise soğuk geçen bir karasal iklim hâkimdir. Çalışma alanına en yakın meteoroloji istasyonu olan Amasya Meteoroloji İstasyonu'na ait uzun yıllar yağış ortalaması 413 mm'dir (DMİ, 2016).

Çalışmada havza akımlarıyla gölet içerisine taşınan toplam Cu^{+2} , Fe^{+2} , Zn^{+2} ve Cl^- miktarını belirleyebilmek için düzenli su örnekleri alınmıştır. Bu amaçla havza akımlarını toplayarak gölet içerisine ulaştıran Değirmendere deresi üzerinde oluşturulan sabit bir noktadan 2014 su yılı içinde, 250 mL steril plastik kaplara 12 adet su örneği alınmıştır.

Su örnekleri soğuk zincir ile kısa sürede laboratuvara ulaştırılarak alındıktan azami 3 saat içinde analiz edilmiş ve Cu^{+2} , Fe^{+2} , Zn^{+2} ve Cl^- içerikleri belirlenmiştir. Bakır analizi 'bathocuproine disülfonik asit' metodu ile LCK 329 kiti (tri-Sodyum sitratdihidrat, askorbik asit, sitrik asit monohidrat) kullanılarak; demir analizi '1,10 fenantrolin' metodu ile LCK 321 kiti (askorbik asit, polividon 25, D-manitol, 1,10-Phenanthrolinechlorid Monohidrat) ile; çinko analizi 4-(2-Pyridylazo) resorcin (PAR) metodu ile LCK 360 kiti (potasyum siyanid) ile; klor analizi diethyl-p-phenyldiamine (DPD) metodu ile LCK 310 kiti (N, N-Dietil-1, 4-fenilendiamonyum sülfat, disodyum hidrojenfosfat, potasyum hidrojen fosfat) ile tümü spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Spektrometrik okumalar DR5000 tezgahüstü spektrometre (Hach-Lange Almanya) kullanılarak uygun yöntemler ve test kitleri ile belirlenmiştir (APHA, 1998).

Çalışmada anlık olarak ölçülen parametrelerin günlük toplam taşınan miktarının belirlenmesi için havzanın günlük akım miktarlarının bilinmesi gerekmektedir. Ancak Ziyaret Göleti Havzası'nda akım ölçümleri yapılmadığı için günlük akım değerlerinin modellenmesinde Mike 11 NAM hidrolojik simülasyon modeli kullanılmıştır. Mike 11 NAM modeli Danimarka Hidrolik Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. Tüm dünyada toprak kaynakları, su kalitesi planlanması ve havza planlaması çalışmalarında 1972 yılından beri yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanım amacına göre çok sayıda modülü vardır (Oğuz ve ark., 2010). Çalışmada, modelin yağış-akış modülü kullanılmıştır. Mike 11 NAM veri girişleri kurulum parametreleri (havza alanı ve toprak özelliklerine bağlı parametreler), model parametreleri (zaman sabitleri ve yüzey akış için öteleme, yüzey altı akış ve taban akış için eşik değerleri) ve meteorolojik veriler (günlük yağış ve günlük potansiyel buharlaşma) olmak üzere üç aşamada tamamlanmıştır. Modelin gereksinim duyduğu kurulum ve model parametreleri toprak ve topografik haritalardan ve arazi çalışmaları sonucunda elde edilmiştir. Yağış ve buharlaşma verileri ise Amasya meteoroloji istasyonu verilerinden elde edilmiştir.

Değerlendirilen parametreler Çizelge 1 dikkate alınarak su kalite sınıfları, su kirliliği kontrolü yönetmeliğine (SKKY, 2008) göre değerlendirilmiştir (SKKY, 2008).

Çizelge 1. Kıta içi su kaynaklarının sınıflarına göre kalite kriterleri (SKKY, 2008)

Table 1. Quality criteries according to the classes of continental water resources (SKKY, 2008)

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları			
	I	II	III	IV
Klorür iyonu (mg Cl L ⁻¹)	25	200	400	> 400
Bakır (µg Cu L ⁻¹)	20	50	200	> 200
Çinko (µg Zn L ⁻¹)	200	500	2000	> 2000
Demir (µg Fe L ⁻¹)	300	1000	5000	> 5000

BULGULAR ve TARTIŞMA

Havzanın yıllık toplam akımlarının mike 11 nam modeli ile simülasyonu

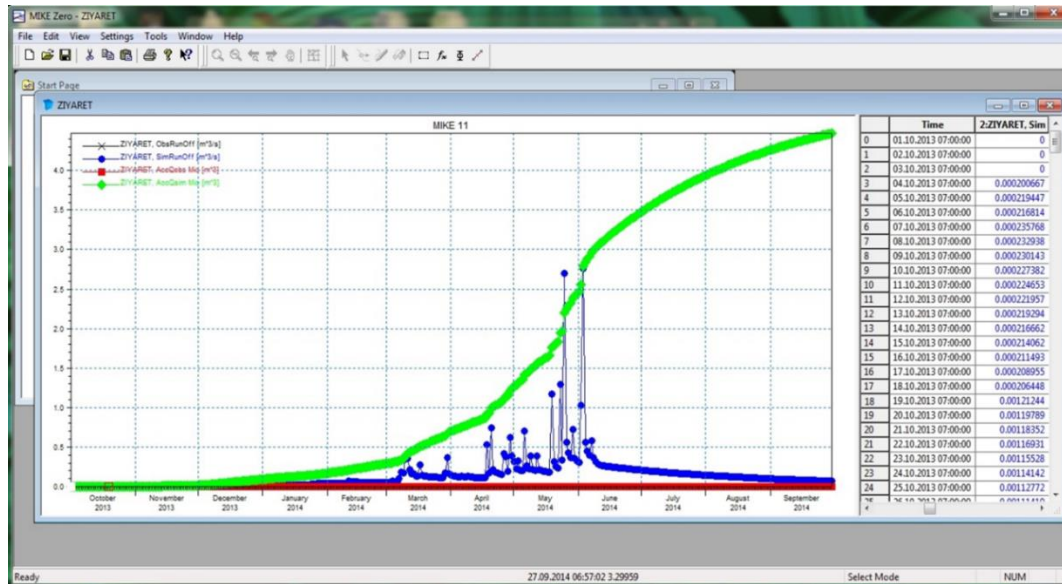
Havzadaki toplam kimyasal taşınmanın belirlenebilmesi için gerekli günlük akım değerleri Mike 11 Nam modeli ile tahmin edilmiştir. Ziyaret havzası için akım hesaplamalarında kullanılan Mike 11 Nam model girdi parametreleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Ziyaret Göleti Havzası akım modellemesinde kullanılan Mike 11 Nam model parametreleri

Table 2. Mike 11 Nam model parameters used in Ziyaret Pond Basin flow modeling

NAM parametresi	
Havza alanı, km ²	28
Yüzeyde depolanan maksimum su içeriği (U _{max}), mm	10
Kök bölgesinde depolanan maksimum su içeriği (L _{max}), mm	100
Yüzey akış katsayısı (CQOF), birimsiz	0.5
Yüzey altı akış için zaman sabiti (CKIF), saat	1000
(CK1;2), saat	10
Yüzey akışı başlatan kök bölgesi nem içeriği (TOF), birimsiz	0.5
Yüzey altı akışı başlatan kök bölgesi nem içeriği (TIF), birimsiz	0.5
Taban akımı başlatan kök bölgesi nem içeriği (TG), birimsiz	0
Taban akım çekilme süresi (CKBF), saat	2000
Yüzey depolamasıyla ilişkili su içeriği (U U _{max} ⁻¹), birimsiz	0
Kök bölgesi depolaması ile ilişkili su içeriği (L L _{max} ⁻¹), birimsiz	0
Yüzey akış (QOF), birimsiz	0
Yüzey altı akış (QIF), birimsiz	0
Taban akım (BF), birimsiz	0

Model ekran çıktısı olarak havza 2014 su yılı günlük akım bileşenleri Şekil 2'de, Aylık toplam yağış ve ortalama akım değerleri ise Çizelge 3'de verilmiştir.



Şekil 2. Ziyaret Göleti Havzası 2014 su yılı akım hidrografi
Figure 2. Ziyaret Pond basin 2014 water year hydrograph

Çizelge 3. Ziyaret Havzası 2014 su yılı aylık toplam yağış ve ortalama akımları

Table 3. Monthly total precipitation and average flows of 2014 water year in Ziyaret Basin

Aylar	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Yağış, mm	20.3	25.7	15.4	15.3	7.7	44	37	75.1	65.7	31.6	1.2	30.6
Ort. akım, l s ⁻¹	0.58	5.21	28.48	28.36	49.85	149.39	213.54	447.33	394.09	175.08	120.92	83.65

Taşınmalar, model yardımı ile hesaplanan günlük akım değerleri ve aylık örnekleme dönemlerinde yapılmış olan laboratuvar analiz sonuçları dikkate alınarak her bir parametre için ayrı ayrı hesaplanmıştır. İki örnekleme arası günler için taşınma miktarları, laboratuvar koşullarında belirlenmiş analiz sonucunun hesaplanmayan günler için de aynı olduğu varsayılarak belirlenmiştir. Mike 11 Nam modeli ile havza için belirlenen günlük akımların laboratuvar analiz sonuçlarıyla bir araya getirilmesi suretiyle toplam bakır, demir, çinko ve klor değerleri günlük, aylık ve çalışma yılı için belirlenmiştir.

Amasya Devlet Meteoroloji İstasyonu verileri ve model simülasyon sonucuna göre, havzaya düşen aylık toplam en yüksek yağış 75.1 mm ile Mayıs ayında, en düşük yağış 1.2 mm ile Ağustos ayında meydana gelmiştir. Havza yağışları kış aylarında Aralık (15.4 mm) ve Ocak (15.3 mm) ayında birbirine yakın iken Şubat ayında (7.7 mm) yağış miktarında azalma olmuştur. Daha sonra ilkbahar ayları ile birlikte artış başlamış ve en yüksek seviyelere çıkmıştır. Yağışlar yaz aylarından itibaren azalmaya başlamış ve havzaya düşen toplam yağışın en düşük olduğu seviyeye inmiştir. Ağustos ayından itibaren havzaya düşen toplam yağış miktarında artış başlamış ve sonbahar aylarında birbirine yakın değerlerde seyretmiş ve kış aylarında Aralık ayından itibaren düşüş olduğu gözlemlenmiştir. 2014 su yılında havzaya toplam 369.6 mm yağış düşmüştür (Çizelge 3).

Havzanın aylık ortalama akımlarının en düşük olduğu ay 0.58 l s^{-1} ile Ekim ayı olmasına karşın, en yüksek aylık ortalama akım 447.33 l s^{-1} ile Mayıs ayında meydana gelmiştir. Havzanın aylık ortalama akımlarının Ekim ayı ile birlikte artmaya başlamış ve bu artış Mayıs ayına kadar devam etmiş, Mayıs ayından itibaren Ekim ayına kadar havza aylık ortalama akımları düşmüştür. Havzanın aylık ortalama akımlarının en yüksek olduğu mevsimin ilkbahar mevsimi olmasına karşın en düşük olduğu mevsim ise sonbahar mevsimidir. Havzanın aylık ortalama akımlarının ikinci en yüksek olduğu mevsim yaz mevsimi iken üçüncü en yüksek aylık ortalama akım sırasını da kış mevsimi almaktadır (Çizelge 3).

Havzanın aylık toplam yağışlarının en yüksek olduğu ilkbahar aylarında havzanın aylık ortalama akımlarının da en yüksek olduğu görülmektedir. Yaz aylarında da havzanın aylık toplam yağışları ve aylık ortalama akımları birbirine paralel olarak ikinci en yüksek değerleri almıştır. Havzanın aylık toplam yağış ve aylık ortalama akımları arasındaki paralellik sonbahar ve kış aylarında bozulmuştur. Aylık toplam yağışları sırasıyla yüksekten düşüğe doğru kış ve sonbahar aylarında görülmesine karşın aylık ortalama akımlarda da tam tersi bir durum oluşmuştur ve yüksekten düşüğe doğru sırası ile sonbahar ve kış ayları olarak gerçekleşmiştir. Bu durum kış aylarında sonbahar aylarına göre buharlaşmada görülen azalmaya ve yağışın türüne bağlanabilir. Ayrıca kış yağışlarının kar şeklinde olması ve karın toprakta tutulmasına bağlı olarak akımda bir azalmaya yol açması söz konusudur. Nitekim kış yağışlarından sonra ilkbaharda kar erimelerinin de etkisiyle havza akımları artmıştır.

Günlük en fazla yağış Haziran ayında 27.2 mm olurken havzanın tepkisi olarak günlük en fazla akım da 2763.34 l s^{-1} ile yine Haziran ayında oluşmuştur. Yağışların artmaya başladığı ilkbahar aylarında, akımlarda artmaya başlamış, yaz aylarında yağışların düşüş göstermeye başlaması ile akımlarda paralel olarak azalma görülmüştür. Bu azalma sonbahar aylarından Kasım ayına kadar devam etmiştir. Akımlar kış ayları ile birlikte artmaya başlamış ve bu artış yaz aylarından Haziran ayına kadar devam etmiştir ve daha sonra da düşüş başlamıştır. Günlük en düşük akım

(1.21 l s⁻¹) ve aylık ortalama en düşük akım (0.58 l s⁻¹) Ekim ayında meydana gelmiştir. Ekim ayının ilk 3 günü havzada hiç akım olmamıştır.

Havza Akımlarının Cu⁺⁺, Fe⁺⁺, Zn⁺⁺ ve Cl⁻ Değerlerinin Zamansal Değişimi

Ziyaret Göleti'nin ana su kaynağı olan Değirmen Deresi'nden aylık olarak alınan su örneklerinde çeşitli parametrik değerler mg l⁻¹ olarak belirlenmiştir. Ayrıca Mike 11 Nam modeli kullanılarak tahmin edilen günlük toplam akım miktarları dikkate alınarak anlık parametreler günlük toplam taşınım miktarlarına dönüştürülmüştür. Günlük taşınan miktarların aylık toplam değerleri ayrıca hesaplanmış ve ilgili ayın gün sayısına bölünerek ortalama değerler olarak belirlenmiştir.

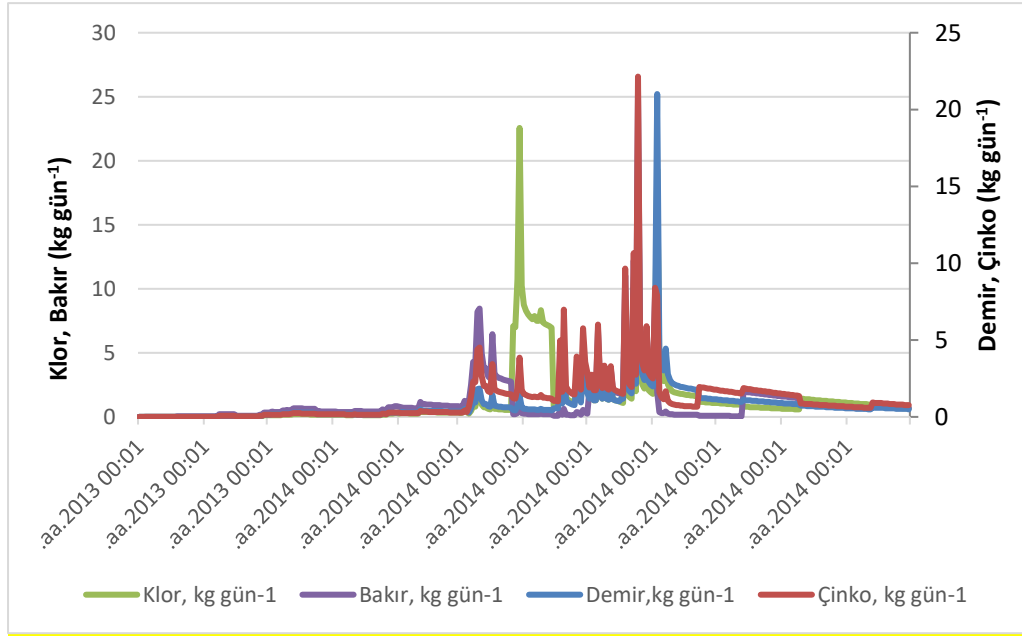
2014 su yılında havzadan taşınan günlük demir, çinko, klor ve bakır miktarları Çizelge 4 ve Şekil 3'de verilmiştir.

Çizelge 4. Anlık ölçüm, taşınan toplam ve ortalama değerler

Figure 4. Instant measurement, total and average values carried

Parametre	Aylar											
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Ölçülen anlık Cu ⁺⁺ , mg L ⁻¹	0.33	0.35	0.22	0.19	0.20	0.27	0.02	0.11	0.01	0.07	0.09	0.12
Taşınan toplam Cu ⁺⁺ , kg	0.71	4.06	15.81	15.04	23.70	87.18	7.05	129.01	19.15	33.27	32.88	22.33
Taşınan ortalama Cu ⁺⁺ , kg	0.02	0.14	0.51	0.49	0.85	2.81	0.23	4.16	0.64	1.07	1.06	0.74
Ölçülen anlık Fe ⁺⁺ , mg L ⁻¹	0.08	0.09	0.10	0.07	0.08	0.06	0.05	0.07	0.09	0.07	0.07	0.08
Taşınan toplam Fe ⁺⁺ , kg	0.16	1.19	6.79	5.58	9.74	23.20	29.98	84.76	84.60	31.80	22.02	16.36
Taşınan ortalama Fe ⁺⁺ , kg	0.01	0.04	0.22	0.18	0.35	0.75	1.00	2.73	2.82	1.03	0.71	0.55
Ölçülen anlık Zn ⁺⁺ , mg L ⁻¹	0.12	0.13	0.08	0.07	0.07	0.15	0.11	0.10	0.03	0.11	0.08	0.13
Taşınan toplam Zn ⁺⁺ , kg	0.23	1.54	5.81	5.53	8.22	54.55	61.75	115.60	50.70	51.73	29.86	22.70
Taşınan ortalama Zn ⁺⁺ , kg	0.01	0.05	0.19	0.18	0.29	1.76	2.06	3.73	1.69	1.67	0.96	0.76
Ölçülen anlık Cl ⁻ , mg L ⁻¹	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.05	0.08	0.07	0.08	0.06	0.13	0.11
Taşınan toplam Cl ⁻ , kg	0.11	0.98	5.13	5.31	9.15	75.07	140.92	85.19	78.17	26.13	33.34	25.58
Taşınan ortalama Cl ⁻ , kg	0.00	0.03	0.17	0.17	0.33	2.42	4.70	2.75	2.61	0.84	1.08	0.85

*Anlık ölçüm değerleri gölet havzasından alınan örneklerde yapılan laboratuvar analiz sonuçlarını, aylık toplam ve ortalama değerler ise günlük akım miktarlarının dikkate alınmasıyla hesaplanan değerleri ifade etmektedir.



Şekil 3. Demir, çinko, klor ve bakır günlük taşınımı

Figure 3. Daily transport of iron, zinc, chlorine and copper

Cu^{+2}

Yıl içerisinde aylık olarak ölçülen Değirmendere Cu^{+2} konsantrasyonunun en yüksek değeri 0.35 mg L^{-1} ile Kasım ayında, en düşük toplam bakır konsantrasyonu ise 0.008 mg l^{-1} ile Haziran ayında belirlenmiştir. Bakır konsantrasyonu yaz aylarında en düşük, kış sonu ile ilkbahar başlangıcı arasındaki dönemde yüksek, sonbahar ve kış aylarında en yüksek seviyelerde olmuştur.

Meyve bahçelerine uygulanan bakır içerikli ilaçların artıklarının gölete ulaşması, bu sonuçta etkili olmuştur. Göztaşı gibi bakırlı ilaçlar uygulandıktan sonra, ilkbahar yağışlarının başlaması ile göleti besleyen suya karışması sonucunda sudaki bakır konsantrasyonunun yükseldiği değerlendirilmiştir. Mutlu ve ark. (2013), Horohon Deresinde yapmış oldukları su kalitesi araştırmasında kış aylarında bakır değeri tespit edilmemesine karşın, Cu^{+2} içeriğinin ilkbahar aylarında birden yükseldiği ve Mayıs ayında 0.036 mg l^{-1} ile en yüksek değerine ulaştığını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar ilkbahar aylarında bakır miktarının artış nedeni olarak derenin çevresinde bulunan meyve bahçelerinde yapılan bakım ve budama işlemlerinin ilkbahar aylarında gerçekleşmesiyle budama işleminden sonra bakır içerikli zirai ilaçların yoğun şekilde yapılması ve yağmur sularıyla bu zirai ilaç kalıntılarının suya karışmasından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Mutlu ve ark. tarafından bulunan bulgular Ziyaret Göleti Havzası'nda yapılan araştırmayı benzer gerekçelerle desteklemektedir.

Ziyaret Göleti Havzası'nda yapılan çalışmada elde edilen bakır değerleri ortalaması (0.15 mg l^{-1}), SKKY (2008) ile karşılaştırıldığında, III. sınıf su kalitesi kapsamında yer aldığı gözlenmektedir (Çizelge 1).

Havzada meydana gelen günlük Cu^{+2} taşınım değerleri belirlenmiş ve Çizelge 4' te verilmiştir. Havzadan toplam taşınan Cu^{+2} miktarının ilkbahar aylarından Mayıs ayında 129.01 kg ile en yüksek seviyede olduğu ve sonbahar aylarından Ekim ayında ise 0.71 kg ile en düşük seviye de olduğu görülmektedir. Ortalama Cu^{+2} taşınımı 0.02 kg ile 4.16 kg arasında değişmiştir. Havzada akımların olduğu dönemlerde en fazla

günlük taşınım, Mayıs ayında 25.41 kg ve minimum günlük taşınım değeri ise Ekim ayında 0 (sıfır) belirlenmiştir.

Fe⁺²

Değirmendere’de yapılan analizlere göre en yüksek demir konsantrasyonu Aralık ayında 0.096 mg l⁻¹, en düşük demir konsantrasyonu Nisan ayında 0.051 mg l⁻¹ olarak gözlemlenmiştir. Çalışma takvimi süresince Ziyaret Göleti’ni besleyen su içerisindeki demir konsantrasyonunda belirgin farklılıkların olmadığı söylenebilir.

Ziyaret Göleti Havzası’nda yapılan çalışmada elde edilen demir konsantrasyonu ortalaması SKKY (2008)’e göre II. sınıf su kalitesi kapsamındadır. Mert ve ark. (2010), Ürgüp ilçesi Damsa Baraj Gölü’nde yaptıkları araştırmada demir konsantrasyonunun SKKY (2008) göre I. sınıf su kalitesi kapsamında olduğunu bildirmişlerdir. Değirmendere demir konsantrasyonunun Damsa Baraj Gölü demir iyonu konsantrasyonundan daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Ziyaret Göleti Havzası’ndan taşınan toplam Fe⁺² miktarı en yüksek Mayıs ayında (84.76 kg), en düşük Ekim ayında (0.16 kg) olmuştur. Taşınan toplam Fe⁺² miktarı ilkbahar ayları ile birlikte artmış ve bu artış yaz aylarından Haziran ayına kadar devam etmiştir. Haziran ayından sonra ise düşüş başlamış ve bu düşüş sonbahar aylarından Kasım ayına kadar devam etmiştir (Çizelge 4).

Havzada taşınan günlük ortalama Fe⁺² miktarı 0.01 kg ile 2.82 kg arasında değişmiştir. Akımların olduğu dönemlerde Fe⁺² miktarının günlük minimum taşınım seviyesi Ekim ayında 0 (sıfır) olmasına karşın, günlük en fazla taşınım seviyesi ise Haziran ayında 21.01 kg olmuştur. Taşınan toplam Fe⁺² konsantrasyonunda ilkbahar aylarından Nisan ayından sonra akımların artması sonucunda ciddi bir yükseliş olduğu Çizelge 4.’de görülmektedir.

Zn⁺²

Analiz sonuçlarına göre aylık çinko değerleri Şekil 4’ te verilmiştir. Değirmendere’de yapılan aylık analizler neticesinde sudaki en yüksek çinko değeri Mart ayında 0.146 mg l⁻¹, en düşük çinko değeri ise 0.033 mg l⁻¹ ile Haziran ayında gözlemlenmiştir. Ziyaret Göleti’ni besleyen suyun çinko konsantrasyonunda çalışma takvimi süresince belirgin farklılıkların olmadığı söylenebilir.

Yapılan çalışmadaki çinko değeri ortalamalarının SKKY (2008) göre I. sınıf su kalitesi kapsamında olduğu belirlenmiştir.

Havzada meydana gelen Zn⁺² taşınması en yüksek Mayıs ayında 115.60 kg ve en düşük Ekim ayında 0.23 kg olmuştur. Taşınan toplam Zn⁺² miktarının kış aylarında birbirine yakın değerlerde olmasına karşın, ilkbahar aylarında akımların artmasıyla birlikte ciddi yükselmeler olduğu, yaz aylarında ilkbahar aylarına göre akımlar azaldığı için düşüş başladığı Çizelge 4’ te görülmektedir. Taşınan günlük Zn⁺² miktarı ortalama 0.01 kg ile 3.73 kg arasında değişmiştir. Günlük maksimum taşınım seviyesi 22.15 kg olmuştur (Çizelge 4).

Cl⁻

Analiz sonuçlarına göre belirlenen klor değerleri Çizelge 4 ve Şekil 2’ de verilmiştir. Ziyaret Göleti’ni besleyen suyun klor konsantrasyonu Ağustos ayında 0.128 mg l⁻¹ ile en yüksek seviyede olurken, Mart ayında 0.053 mg l⁻¹ ile en düşük seviyede olmuştur.

Ziyaret Göleti'ni besleyen su içerisindeki klor konsantrasyonunda çalışma takvimi süresince belirgin farklılıkların olmadığı söylenebilir.

Ziyaret Göleti Havzası'nda yapılan çalışmada belirlenen klor değeri ortalamalarının SKKY (2008)'ne göre I. sınıf sular kapsamında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Toplam Cl⁻ taşınım değerinin en yüksek Nisan ayında 140.92 kg, en düşük 0.11 kg ile Ekim ayında olduğu görülmektedir. Havzada akımların olduğu günlerde, Cl⁻'ün ortalama günlük taşınım değerleri 0-4.70 kg arasında değişmiş ve günlük maksimum taşınım değeri 22.57 kg ve minimum taşınım değerinin 0 (sıfır) olmuştur (Çizelge 4).

Ziyaret Gölet Havzasından Mevsimsel Taşınımlar

Ziyaret Göleti Havzası'ndan taşınan bakır, demir, çinko ve klor miktarlarının aylık ve mevsimsel taşınım değerlerinin minimum, maksimum, ortalama ve toplam değerleri Çizelge 5' te verilmiştir.

Çizelge 5. Bakır, demir, çinko ve klor aylık ve mevsimsel taşınım değerleri (kg gün⁻¹)
Figure 5. Monthly and seasonal transport values of copper, iron, zinc and chlorine (kg gün⁻¹)

Parametre		Mevsimler											
		Sonbahar				Kış		İlkbahar				Yaz	
		Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
Bakır (Cu ⁺²)	Min.	0.66	0.00	0.04	0.33	0.36	0.67	0.20	0.09	0.27	0.07	0.06	0.76
	Max.	0.85	0.05	0.34	0.69	0.83	1.15	8.44	0.65	25.41	9.65	1.98	1.61
	Ort.	0.74	0.02	0.14	0.51	0.49	0.85	2.81	0.23	4.16	0.64	1.07	1.06
	Toplam	22.33	0.71	4.06	15.81	15.04	23.70	87.18	7.05	129.01	19.15	33.27	32.88
Mevsim Toplamı		27.10				54.54		223.24				85.30	
Demir (Fe ⁺²)	Min.	0.49	0.00	0.01	0.13	0.14	0.28	0.28	0.43	1.02	1.15	0.91	0.57
	Max.	0.61	0.01	0.13	0.30	0.29	0.48	1.85	3.74	17.48	21.01	1.13	0.90
	Ort.	0.55	0.01	0.04	0.22	0.18	0.35	0.75	1.00	2.73	2.82	1.03	0.71
	Toplam	16.36	0.16	1.19	6.79	5.58	9.74	23.20	29.98	84.76	84.60	31.80	22.02
Mevsim Toplamı		17.70				22.11		137.95				138.42	
Çinko (Zn ⁺²)	Min.	0.58	0.00	0.01	0.13	0.14	0.23	0.28	1.02	1.50	0.66	1.52	0.68
	Max.	0.93	0.02	0.14	0.24	0.29	0.40	4.50	6.97	22.15	8.41	1.86	1.51
	Ort.	0.76	0.01	0.05	0.19	0.18	0.29	1.76	2.06	3.73	1.69	1.67	0.96
	Toplam	22.70	0.23	1.54	5.81	5.53	8.22	54.55	61.75	115.60	50.70	51.73	29.86
Mevsim Toplamı		24.47				19.56		231.90				132.29	
Klor (Cl ⁻)	Min.	0.66	0.00	0.01	0.11	0.14	0.26	0.24	0.79	1.09	1.09	0.66	0.59
	Max.	1.10	0.01	0.11	0.21	0.28	0.45	22.57	8.73	16.08	19.34	1.08	1.43
	Ort.	0.85	0.00	0.03	0.17	0.17	0.33	2.42	4.70	2.75	2.61	0.84	1.08
	Toplam	25.58	0.11	0.98	5.13	5.31	9.15	75.07	140.92	85.19	78.17	26.13	33.34
Mevsim Toplamı		26.67				19.59		301.18				137.64	

Bakırın gölete en fazla taşındığı mevsim 223.24 kg gün⁻¹ ile ilkbahar mevsimidir. En az taşındığı mevsim ise 27.10 kg gün⁻¹ ile sonbahar mevsimidir. Yaz mevsiminde gölete taşınan toplam bakır değeri 85.30 kg gün⁻¹ iken kış mevsiminde 54.54 kg gün⁻¹ dür. İlkbahar aylarında bakır miktarının artmasının nedeni olarak, derenin çevresinde bulunan meyve bahçelerinde yapılan bakım ve budama işlemlerinin ilkbahar aylarında gerçekleşmesiyle budama işleminden sonra bakır içerikli zirai ilaçların yoğun şekilde yapılması ve yağmur sularıyla bu zirai ilaç kalıntılarının suya karışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Demirin gölete en fazla taşındığı mevsim 138.42 kg gün⁻¹ ile yaz mevsimidir, en az taşındığı mevsim ise 17.70 kg gün⁻¹ ile sonbahar mevsimidir. Kış mevsiminde demirin gölete taşınım değeri 22.10 kg gün⁻¹ iken, ilkbahar mevsiminde 137.95 kg gün⁻¹ dür (Çizelge 5). Her ne kadar ilkbahar aylarında suda belirlenen demir konsantrasyonu en yüksek düzeyde değilse de genel olarak konsantrasyonun ilkbahar ve yaz aylarında küçük farklarla birbirine yakın ve diğer mevsimlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çinkonun gölete en fazla taşındığı mevsim 231.90 kg gün⁻¹ ile ilkbahar mevsimidir. Çinkonun gölete en az taşındığı mevsim ise 19.56 kg gün⁻¹ ile kış mevsimidir. Yaz mevsiminde gölete taşınan toplam çinko değeri 132.29 kg gün⁻¹ iken sonbahar mevsiminde 24.47 kg gün⁻¹ dür. Göleti besleyen sudaki çinko konsantrasyonu ilkbahar aylarında taşınım miktarının yükselmesinin sebebi olarak yağışların artması ile artan akımlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Klorun gölete en fazla taşındığı mevsim 301.18 kg gün⁻¹ ile ilkbahar mevsimidir. En az taşındığı mevsim ise 19.59 kg gün⁻¹ ile kış mevsimidir. Sonbahar mevsiminde klorun gölete taşınım değeri 26.67 kg gün⁻¹ iken, yaz mevsiminde 137.64 kg gün⁻¹ dür. Göleti besleyen sudaki taşınan klor konsantrasyonu yağışların artması ile akımların da artışı gösterdiği ilkbahar aylarından itibaren arttığı görülmektedir (Çizelge 5).

Ziyaret Göleti Havzasında yapılan çalışmada ele alınan parametrelerin tanımlayıcı istatistik değerleri Çizelge 6' da verilmiştir.

Çizelge 6. Çalışmada ele alınan parametrelerin tanımlayıcı istatistikleri
Table 6. Descriptive statistics of the parameters discussed in the study

	Cu ⁺²	Fe ⁺²	Zn ⁺²	Cl ⁻
Toplam	390.19	316.17	408.22	485.08
Ortalama	1.07	0.87	1.12	1.33
En fazla	25.41	21.01	22.15	22.57
En az	0.00	0.00	0.00	0.00
Basıklık	67.97	82.43	61.27	26.53
Çarpıklık	6.77	8.01	6.25	4.48
Standart Sapma	1.98	1.69	1.75	2.48
DK	54.03	51.40	63.86	53.66

Ziyaret Göleti Havzasında yapılan çalışmada ele alınan parametrelerin tanımlayıcı istatistik değerleri incelendiğinde, havzaya taşınan kimyasalların yüksekte az doğru Cl⁻ 485.08 kg, Zn⁺² 408.22 kg, Cu⁺² 390.16 kg ve 316,17 kg ile Fe⁺² olacak şekilde sıralanmıştır.

Havzaya taşınan kimyasalların değişim katsayıları incelendiğinde ele alınan parametrelerin tamamı %50'nin üzerinde değişkenlik göstermiştir. Havzaya taşınan kimyasalların standart sapma değerleri incelendiğinde standart sapma değerlerinin düşük olması yıllık değişimin az olduğunu göstermektedir. Havzaya taşınan kimyasalların basıklık değerleri 26.53 kg ile 82.43 kg arasında ve çarpıklık değerleri de 4.48 kg ile 8.01 kg arasında değişmiştir (Çizelge 6).

SONUÇ

Bu çalışma ile Amasya Ziyaret Göleti Havzası'nda su kalitesini etkileyen bakır, demir, çinko ve klor içeriklerini belirlemek için aylık periyotlar halinde alınan numunelerde analizler yapılmıştır.

Ziyaret Göleti Havzasından Cl⁻ 485.08 kg, Zn⁺² 408.22 kg, Cu⁺² 390.16 kg ve Fe⁺² 316.17 kg olarak yıllık taşınım değerleri tespit edilmiştir.

Havzadan Ziyaret Göleti'ne taşınan kimyasalların yıllık ortalama taşınım değerlerini su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre değerlendirildiğinde; Cl⁻ ve Zn⁺² esas alındığında I. sınıf sulara, Fe⁺² II. sınıf sulara, Cu⁺², III. sınıf sular içerisine girmiştir. Bu araştırmanın sonucuna göre, Ziyaret Göleti Havzası'ndan taşınan Cl⁻, Zn, Fe ve Cu içerikleri sulama amaçlı kullanılan gölet için önemli bir kirlilik unsuru oluşturmamakla birlikte kontrol ve izleme çalışmalarının devam etmesi önerilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Biz yazarlar olarak aramızda bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Danışmanı olduğum yüksek lisans öğrencisi İsa Kaya'nın tez çalışmasından üretilmiş bu yayında,

İsa Kaya: Su örnek analizlerini,

İrfan Oğuz: Çalışmanın dizaynı, model kısmının hazırlanması ve sonuçların yorumlanmasında,

Rasim Koçyiğit: Yorumlarda katkı sağlamışlardır.

KAYNAKLAR

- Alvarez-Rogel J, Jimenez-Carceles FJ and Egea Nicolas C (2006). Phosphorus and nitrogen content in the water of a Coastal Wetland in the Mar Menor Lagoon (Se Spain): Relationships with effluents from urban and agricultural areas. *Water, Air, and Soil Pollution* 173: 21–38.
- APHA (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th Edition, *American Public Health Association, Washington, DC*
- Batbayar G, Pfeiffer M, Kappas M and Karthe D (2019). Development and application of GIS-based assessment of land-use impacts on water quality: A case study of the Kharaa River Basin. *Ambio*, 10: 1154-1168.
- Borics G, Acs E, Boda P, Boros E, Erşos T, Grigorszky I, Kiss KT, Lengyel S, Resko NM, Somogyi B and Vo L (2016). Water bodies in Hungary—an overview of their management and present state. *Hungarian Journal of Hydrology* 96: 57-67.
- DMİ (2026). Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü yazılı görüşme kayıtları.
- Dutta S, Dwivedi A and Suresh KM (2018). Use of water quality index and multivariate statistical techniques for the assessment of spatial variations in water quality of a small river. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190 (12), 718.
- Hu J, Liu M, Zhou W, Xu C, Yang XJ, Zhang SW and Wang L (2011). Correlations between water quality and land use pattern in Taihu Lake basin. *Chinese Journal of Ecology*, 30: 1190-1197.
- KHGM (1991). Amasya ili arazi varlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Etüd ve Proje Daire Başkanlığı Yayınları, *İl Rapor No: 05, s. 16*.
- Li XA (1996). Review of international researches on land use/land cover change. *Acta Geographica Sinica*, 51: 553-558.
- Mert R, Bulut S, Yildirim G, Yılmaz M ve Gul A (2010). Damsa Baraj Gölü (Ürgüp) suyunun bazı fizikokimyasal parametrelerinin araştırılması. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 30 (2): 285-302.
- Mutlu E, Kutlu B and Demir T (2016). Assessment of Çınarlı stream (Hafik -Sivas)'s water quality via physicochemical methods. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 4 (4): 267-278.
- Oğuz İ, Yürekli K and Öztürk F (2010). Tokat Uğrak havzası günlük akımların modellenmesi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (1): 7-11.
- Oğuz İ, Kaya İ and Koçyiğit R (2029). Investigation of the temporal variation of water quality in Ziyaret pond basin, *Journal of Agricultural Sciences*, 25, 215-223.
- SKKY, 2008. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği.
- Stoate CN, Boatman R, Borralho CR, Carvalho GDS and Eden P (2001). Ecological impacts of arable intensification in Europe. *Journal of Environmental Management* 63: 337–365.
- Szewran'ski S, Chrus'cin'ski J, Van Hoof, J and Kazak, JK, 'Swia'der, M. Tokarczyk-Dorociak, K. and 'Zmuda, RA (2018). Location intelligence system for the assessment of pluvial flooding risk and the identification of storm water pollutant sources from roads in suburbanized areas. *Water*, 10, 746.



Research Article

Assessment of Physicochemical Properties of Soil at Old Nekede Dumpsite Owerri, Imo State, Nigeria

Christopher Ikechi OBINECHE^{ID}^{a*} Donatus Okwudiri IGBOJIONU^{ID}^a Isiguzo Edwin AHANEKU^{ID}^b

^{a*} Department of Agricultural Engineering Technology, Federal College of Land Resources Technology Owerri, NIGERIA

^b Department of Agricultural and Bio-Resources Engineering, College of Engineering and Engineering Technology, Michael Okpara University of Agriculture, Umudike, Umuahia, Abia State. NIGERIA

(*) Corresponding author. ikechiobineche@gmail.com; Tel: (+234) 0803 622 1412

ABSTRACT

Developing countries with inadequate waste disposal system unit or regulatory process is at risk of metal land. The aim of the study is to access the suitability of soils around old Nekede road in Owerri West L.G.A of Imo State in Nigeria. After the removal of the overlying waste soil samples were collected from five (5) different control points of open waste landfills (deposit point, North point, south point, east point and west point), 100m away from each other and at a depth of three different depths (0-15 cm, 15-30 cm and 30-45 m) on an open waste landfill using a Dutch soil auger. The physicochemical parameters of the soil were determined using standard laboratory methods, while, the diethylene triamine penta- acetic acid (DTPA) extraction method was used for Fe and Zn. The results were evaluated by ANOVA. Iron and zinc concentrations in deposit point with the depth of 0-15 cm, 15-30 cm, 30-45 cm, ranged from 202.85 mg kg⁻¹, 164.47 mg kg⁻¹, and 131.33 mg kg⁻¹. Hence, it falls within the permissible range from 2760.1 to 2833.07 mg 100g⁻¹; while, Zinc ranged from 147.5 mg kg⁻¹, 67.22 mg kg⁻¹, 26.13 mg kg⁻¹, and falls within the permissible limits of 300 mg kg⁻¹. The concentration of heavy metals on under review was moderate and falls under the permissible standard during the time of this study. It will be suggested that the land can adequately produce with or without additional treatment. Crops such as cassava, plantain and banana can be encouraged in such areas.

RESEARCH ARTICLE

Received: 15.05.2020
Accepted: 15.08.2020

Keywords :

- Landfill,
- Dumpsite,
- Soils,
- Heavy-metals,
- Physicochemical Status,
- Nekede

To cite: Obineche CI, Igbojionu DO, Ahaneku IE (2020). Assessment of Physicochemical Properties of Soil at Old Nekede Dumpsite Owerri, Imo State, Nigeria. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 261-270.
<https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.004>

INTRODUCTION

Natural constituent of the earth's crust such as heavy metals are non-degradable and sometimes, they find their way in our bodies through drink, food, water and air. Some heavy metals for instance, iron (Fe) and zinc (Zn) are essential for metabolic maintenance in humans. However, if not regulated at higher concentrations heavy metals have been shown to have negative effects and impact on the environment and humans (Sia Su, 2008). Heavy metal is any metallic substance that has a relatively high density and a low concentration, it is toxic. Some of such heavy metals include mercury (Hg), cadmium (Cd), arsenic (As), chromium (Cr), titanium (Ti) and lead (Pb), etc. An open waste dump site is defined as a land disposal site whereby solid wastes are disposed of in a manner that does not protect the people and environment; it is vulnerable to open burning. Open waste dumping includes the solid waste of this different sort which when disposed poses reasonable possibility of adverse effects on the health of the environment (Adelekan and Alawode, 2011).

Gases such as methane are released in the surrounding as decomposition takes place, air and micro-organisms acting as a catalyst on the waste during the process. Fires pollutes the air with acidic smoke and other several volatiles liquids which were discharged, seeps through the solid waste heap, in due course reaches the soil, gravity water (surface) and ground water. Dangerous materials such as hydrocarbons, heavy metals, herbicides and pesticides that dissolves as liquid often contaminate and pollute water and soil (Adelekan and Alawode, 2011). Anikwe and Nwobodo (2001) noted that regular depositing of municipal waste on soils and its surface water would be unfriendly to deep feeding crops. Heavy metals such as nickel, cobalt, arsenic, cadmium, lead, chromium, and mercury are of great concern largely because of their capability to cause harm to humans, soil organisms, plants and animals (Adelekan and Abegunde, 2011).

Bacud *et al.* (1994) pointed out that the pollution soil and ground water system could be as result of a poorly designed waste water tanks. Soil and ground water acidification and nitrification have been linked to waste dumps as well as microbial contamination of soil and ground water system (Awomeso *et al.*, 2010). According to Sia Su (2008), solid waste dumps through leachate seeps to the groundwater, thereby causing abnormalities, such as cancer of the body and heart diseases. Rapid urbanization due to population increase laid to higher waste generation and improper waste management gives rise to both health and environmental concerns.

Adelekan and Alawode (2011) noted that waste from municipal dumpsites bear soils that are satisfactorily rich in organic matter that would be acceptable for surface feeder plants. Subsequently, Brady (1996) and Helmore and Ratta (1995) reported concurrently, that an open dump sites perform a twofold purposes of a safe disposal of waste and simultaneously approved chemical properties of soils that constitute productive agricultural fields. Nigeria a Western African country has a comparatively very poor waste management approach. Thus, the inadequate waste management approach has the potential of increasing soil metal concentration in and around the Nekede open dumpsite. Soil metal contamination increases health risks and deteriorates agricultural lands. In Imo state, the Ministry of Environment is saddled with the responsibility of checkmating solid waste and other waste disposal. The

ministry has verse land allocated along old Nekede road for disposal of wastes both solid and others collected from different parts in Owerri town and its environments.

Owerri a non-industrial area that, refuses generated within the city comprise largely of degradable and non-degradable materials from the shopping malls, local markets, offices, hospitals and households such as garbage, plastics, textiles, sludge from sewage, dead animals, ashes, wood, disposed of food, stationaries and farm waste produce. However, damaged metallic materials from vehicle parts, electronics, computers, can drinks, etc. are also disposed of in the same way as the other non-metal contaminants. Methane and other gases are released into the surrounding air and micro-organisms decays loosening the solid waste and numerous volatile liquid that discharge; which seeps through the solid waste pile ultimately reaches the soil, shallow water and ground water. The harmful materials which include heavy metallic concentration, pesticides, herbicides and hydrocarbons consequently dissolves to form liquids that contaminate both soil and water (Adelekan and Alwaode, 2011).

Anikwe and Nwobodo (2001) postulated that disposal of municipal waste on soils may cause an increment in heavy metals composition in the soil and shallow water that would be amicable to deep feeding crops. Therefore, this study seeks to access the physicochemical properties of some selected soil samples of municipal open waste dumpsite in old Nekede Road Owerri West Local Government Area, Imo State of Nigeria. Specifically, the objectives are to, determine the organic matter composition with respect to its amount that will be favorable to plants growth around the dumpsite, determine the composition of Fe and Zn contents and fertility position of the soils around the dumpsite. The crux of the study is to know that continuous disposal of degradable municipal waste material from different locations of the state such as markets, offices, hospitals and house - holds which includes garbage, plastics, textiles, stationeries, and sludge from waste production soils leads to an increase in heavy metallic concentration in the soil. Surface waters are also affected which would be harmful to deep feeding plant. The study was conducted in an open dumpsite along old Nekede Road, Owerri West Local Government Area, Imo State. It is limited to the determination of the physical and chemical parameters of some waste soil such as pH, moisture content, carbon, available phosphorous, bulk density, cation exchange capacity, nitrogen, calcium, sodium, phosphorus, potassium and heavy metals such as iron and zinc.

MATERIALS and METHODS

The study was conducted near a dumpsite located along the old Nekede road in Owerri West L.G.A of Imo State (Figure 1). It lies between longitude 5° 25' 03" N and latitude 6° 55' 06" E.

The study area was about 3 km from Owerri main town. It was characterized by a main annual rainfall ranging from 2000-2500 mm, a mean temperature ranging from 26-28 °C and humidity ranging from 70-80% (Obineche *et al.*, 2016).

Surface soil samples were collected from old Nekede road dumpsite in Owerri West Local Government Area, Imo State After the removal of the overlying waste, samples were collected from (5) different control points of open waste dumpsites (deposit point, north point, south point, east point and west point), 100 m away from each other and at a depth of three different depths (0-15, 15-30 and 30-45 cm) on an open waste dumpsite using a Dutch soil anger. The

soil samples from the waste collected were air dried, grinded and sieved using a 2mm sieve. These soils were stored in a labeled black polythene bags and taken to the laboratory for analysis. The soil physical and chemical analysis was carried out at the soil Research Laboratory. Standard laboratory procedures were followed in the analysis of the selected soil properties considered in the research, soil pH was measured in a water suspension using the glass electrode coupled pH meter. The (CEC) cations was determined by extracting a 1m ammonium acetate buffered (colloids) at pH 7. Calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K) and sodium (Na) were determined by EDTA method as described by Udo *et al.* (2009). Titration method was used to determine exchangeable acid (EA) according to Juo (1979). One gram of each of the sieved soil samples was digested in a mixture of concentrated nitric acid (HNO₃), concentrated hydrochloric acid (HCl) and 27.5% hydrogen peroxide (H₂O₂) according to the USEPA method 3050B for the analysis of heavy metals and major ions (USEPA 1996). The concentration of heavy metals Fe and Zn was extracted by the diethylene triamine pentaacetic acid (DTPA) method as described by Udo *et al.* (2009) and was determined using atomic absorption spectrophotometer (Unican solar 32) following standard procedures given in ALPHA (1995). Statistical was done using, excel and analysis of variance (ANOVA) at 5% level of probability and was also subjected to FAO (1976) standard for water and waste data evolution.

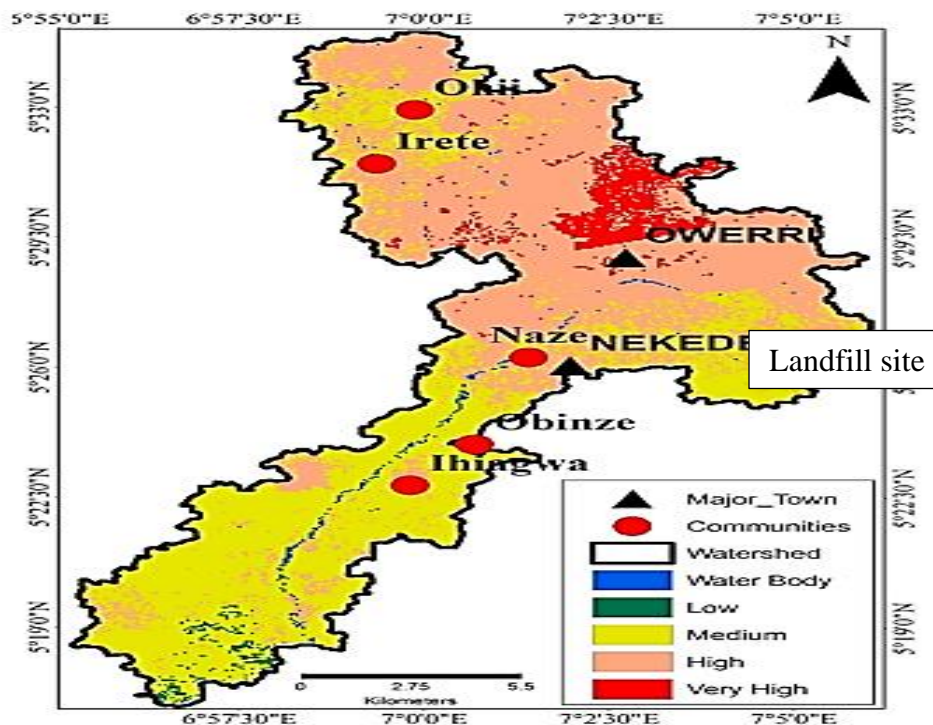


Figure 1. Map location of the study area (Ngozi *et al.*, 2016)

RESULTS and DISCUSSION

Table 1A and 1B indicate the values of physical and chemical parameters in different sampling points and depths. GMC (%) ranged from 23.09 to 30.12 % at depth of 0-15, 15-30 and 30-45 cm respectively at deposit point, However GMC (%) in other locations at the landfill

varies in their content value (i.e. the amc %) of deposit point. This suggests lower layers are fine textured compared to the top layer, of which water holding capacity is higher. at minimum range of 23.09% and maximum range of 30.12%. Other locations are below the range of value of deposit point. This suggests that waste soil at deposit point have required value of moisture content suitable for plant growth.

Table 1A and 1B. The values of physical and chemical parameters in different sampling points and depths of open waste dumpsite on old Nekede road, Owerri West

Table 1A.

CP	Rep.	Depth	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	GMC	BD	TP (%)	K-sat	MWD	pH-H ₂ O	pH-KCl
Dp	1	0-15	76.8	10.4	12.8	23.09	1.38	47.92	12.14	3.098	5.6	4.5
Dp	1	15-30	70.4	14.0	15.6	25.48	1.47	44.52	7.01	4.241	4.7	3.6
Dp	1	30-45	67.4	10.8	21.8	30.12	1.58	40.37	2.33	5.649	4.8	3.6
N	1	0-15	72.0	14.6	13.4	17.02	1.44	45.66	8.53	3.811	5.9	4.8
N	1	15-30	65.2	18.6	16.2	19.12	1.49	43.77	5.03	4.703	5.4	4.3
N	1	30-45	62.4	17.0	20.6	26.71	1.63	38.49	1.88	5.941	5.1	4.0
S	1	0-15	74.2	13.0	12.8	18.34	1.40	47.16	9.44	3.575	5.8	4.9
S	1	15-30	66.8	17.1	16.1	21.04	1.50	43.39	6.12	4.864	5.5	4.5
S	1	30-45	64.3	14.1	21.6	27.98	1.67	63.01	1.25	5.883	5.3	4.1
E	1	0-15	77.2	9.8	13.0	16.84	1.43	46.03	8.94	3.515	5.9	4.8
E	1	15-30	70.2	13.6	16.2	18.64	1.49	43.77	5.13	4.605	5.3	4.4
E	1	30-45	67.6	9.5	22.9	24.72	1.59	40.00	1.08	5.991	5.0	4.0
W	1	0-15	75.0	11.6	13.4	18.63	1.46	44.90	9.03	3.595	6.0	4.9
W	1	15-30	69.4	15.1	15.1	20.12	1.51	43.01	7.01	4.900	5.4	4.3
W	1	30-45	65.2	13.2	21.6	27.18	1.66	37.35	1.52	5.973	5.1	4.1

Table 1B.

CP	Depth	Av.P	N (%)	OC	OM	Ca	Mg	K	Na	EA	CEC	BS	Al	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)
Dp	0-15	29.4	0.211	2.38	4.10	18.8	6.4	0.680	0.548	1.29	27.66	95.33	0.24	202.85	147.50
Dp	15-30	22.0	0.178	1.42	2.44	12.4	3.8	0.356	0.306	1.40	18.26	92.33	0.32	164.47	67.22
Dp	30-45	18.5	0.083	1.08	1.86	4.8	1.8	0.164	0.144	1.38	8.28	83.33	0.28	131.33	26.13
N	0-15	25.6	0.188	1.94	3.34	6.8	2.8	0.334	0.294	1.12	11.34	90.12	0.08	68.44	37.14
N	15-30	20.1	0.092	1.02	1.76	4.4	1.2	0.203	0.188	1.28	7.27	82.39	0.18	26.08	14.06
N	30-45	14.9	0.068	0.73	1.26	2.0	0.8	0.108	0.084	1.36	4.35	68.73	0.26	11.11	3.25
S	0-15	24.8	0.184	1.88	3.24	6.4	2.4	0.294	0.203	1.18	10.47	88.72	0.12	58.64	29.60
S	15-30	21.3	0.098	1.12	1.93	4.6	1.0	0.186	0.162	1.36	7.30	81.36	0.26	38.56	18.43
S	30-45	13.6	0.069	0.69	1.19	2.2	0.6	0.093	0.078	1.42	4.39	67.65	0.28	19.12	5.16
E	0-15	26.0	0.193	1.90	3.27	7.2	2.2	0.321	0.288	1.12	11.12	89.92	0.08	65.77	34.45
E	15-30	21.4	0.085	0.96	1.66	4.9	1.4	0.211	0.174	1.38	8.06	82.87	0.24	30.13	21.31
E	30-45	14.3	0.058	0.58	0.99	2.1	1.0	0.113	0.081	1.38	4.67	70.44	0.28	16.18	6.03
W	0-15	25.8	0.180	1.83	3.15	7.0	2.6	0.304	0.290	1.08	11.27	90.41	0.06	61.98	37.17
W	15-30	19.4	0.096	1.09	1.88	4.8	1.8	0.193	0.155	1.24	8.18	84.84	0.18	32.16	20.44
W	30-45	15.2	0.062	0.66	1.14	2.2	0.8	0.082	0.059	1.39	4.52	69.24	0.26	15.99	8.03

CP: Control point, Dp: Deposit point, Depth (cm), GMC: Gravimetric content (%), BD: bulk density (g cm⁻³), TP: total porosity, K-sat: Potassium saturated (cm³ h⁻¹), MWD: mean weight diameters (mm), pH-H₂O (water), pH-KCl (potassium chloride), Av.P: Available phosphorus (mg kg⁻¹), Ca: Calcium (C mol kg⁻¹), Na: Sodium (C mol⁻¹), TN: Total nitrogen (%), OC: Organic carbon (%), OM: organic matter (%), BS: Base saturation (%), NP: North point, SP: South point, EP: East point, WP: West point.

K-sat (cm³) of the waste soil at the deposit point ranged from 12.14 cm³ and 2.33 cm³ at a specific depth of 0-15 cm and 30-45 cm respectively, but varies on other locations at a range < 8.53 and >1.52 at the depth of 0-15 cm and 30-45 cm respectively. This indicates that the surface soil of the deposit point has high value than other locations; this raise in concentration maybe due to the nearest of the deposit point to the dump pit. Some crops may yield well due to the content of potassium saturation in the waste soil which is vital for plant growth.

Mean weight diameter (mm) on table 1 indicates that waste soil at the deposit point ranged from 3.098 and 5.649 mm at a specific depth of 0-15 cm and 30-45 cm respectively (mm) of other location at the landfill area. pH-H₂O of the waste soils at the deposit point ranged from 5.6 and 4.8 at a specific depth of 0.65 cm and 30.45 cm respectively but has similar pH content in other location at the landfill area. The result implies that four different location points at the landfill area have high acidic content in them.

pH-KCl of the waste soils at the deposit point ranged from 4.8 and 3.6 at the specific depth of 0-15 cm and 30-45 cm respectively. The result of the deposit point is equivalent to other location where the pH content of KCl is the same.

Available phosphorus (mg kg⁻¹) of the waste soils at the deposit point ranged from 29.4 mg kg⁻¹ and 18.5 mg kg⁻¹ at a specific depth of 0-15 cm and 30-45 cm respectively. When compared to other values of different location point, it is confirmed that the deposit point of landfill has high content of available phosphorus than other location point. This indicates that deposit waste soils are suitable for plant growth.

Total nitrogen % in the refuse waste soils of deposit ranged from 0.211 and 0.083% at a specific depth of 0-15 cm and 30-45 cm respectively. This shows that the less Nitrogen concentration of these locations may be attributed to have contributed to the poor growth of plants observed in the sites. Organic carbons (%) in soils influence soil chemical and physical processes and it is an important indicator of the soil as a rooting environment. However, organic carbon (%) of the refuse waste soil shows that it is not a requirement for plant growth. Calcium (Ca), magnesium (Mg); and potassium (K) of the refuse waste soil predominates in deposit point of landfill area which indicate that the different five location points have poor macro nutrient to grow and complete life cycle of the plant. In other words, the dumpsite area contributed to the deficiency of fertilizer in the waste soils.

Sodium (Na) and Aluminum (Al) of the refuse waste soils at five different location points in the landfill area shows very little or no content of sodium and Aluminum on the waste soil. The two macronutrients are capable of making the soil become more acidic. This process achieved by aluminum taking hydroxide out of the water and leaving hydrogen ion behind. The cation exchanges capacity (CEC) of the waste soils at the deposit ranged from 27.66 and 8.28 cmol kg⁻¹ at a specific depth of 0-15 cm and 30-45 cm respectively. But varies in other location points at the range of < 4.52 and >11.12 cmol kg⁻¹ of depths 0-15 and 30-45 cm respectively. This indicates that the deposit point of the landfill has a higher rate of cation exchange capacity (CEC) than other location points.

The exchangeable acidity (EA) of the waste soils at different five location points of a varied depth beneath the earth crest indicates that there is little or no content of exchangeable acidity. In other words, it is immeasurable to affect the productivity of plants.

The base saturation (%) of the refuse waste soils at the deposit point ranged from 95.33 and 83.33% at a specific depth of 0-15 cm. But have similar base saturation (%) content in other locations points ranged from < 67.65 and > 92.23% of depths 0-15 cm and 30-45 cm. The respect shows that the diffusing five location point has high content of base saturation in the waste soils. This will enhance the growth and productivity of plant in the dumpsite area.

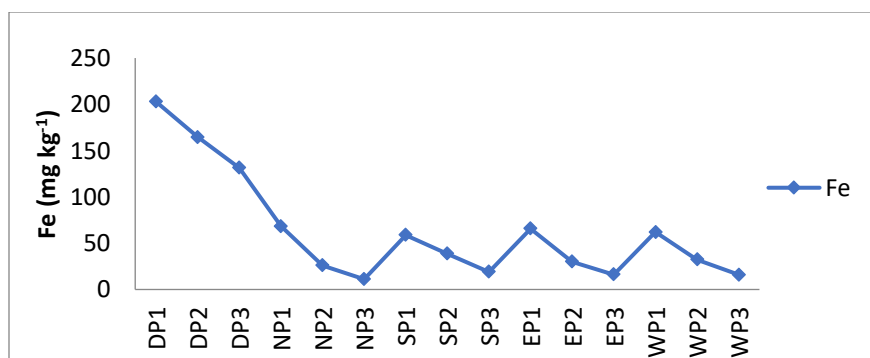
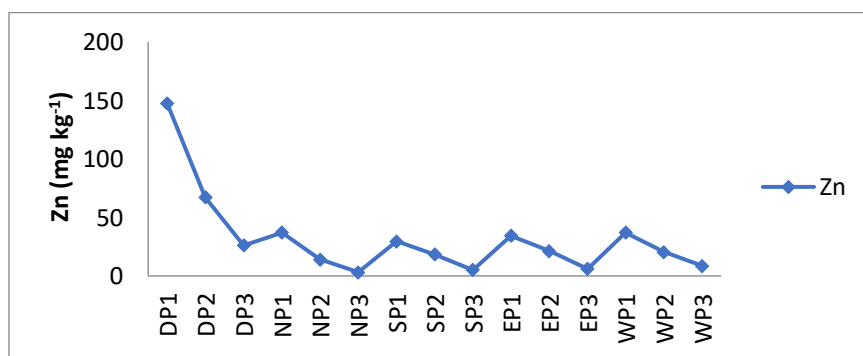


Figure 2. The graphs of locations against iron (Fe) concentrations



DP-deposit point depths1, 2 and 3, NP –north point depths 1, 2, and 3, SP-south point depths1, 2 and 3, EP- east point depths 1, 2, 3, WP- west point 1, 2 and 3.

Figure 3. The graphs of locations against zinc (Zn) concentrations

Tables 3 show the result of some heavy metal concentration in open waste landfill.

Tables 3. The result of some heavy metal concentration in open waste landfill

CP	Depth (cm)	Fe (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)
DP	0-15	202.85	147.50
DP	15-30	164.47	67.22
DP	30-45	131.33	26.13
NP	0-15	68.44	37.14
NP	15-30	26.08	14.06
NP	30-45	11.11	3.25
SP	0-15	58.64	29.60
SP	15-30	38.56	18.43
SP	30-45	19.12	5.16
EP	0-15	65.77	34.45
EP	15-30	30.13	21.31
EP	30-45	16.18	6.03
WP	0-15	61.98	37.17
WP	15-30	32.16	20.44
WP	30-45	15.99	8.03

CP-control point, DP-deposit point, NP-north point, SP-south point, EP-east point, WP-west point, Fe-iron, Zn-zinc

Figure 4A shows iron (Fe) concentration in each location points of the landfill area. Figure 4B shows zinc (Zn) concentration in each location points of the landfill area.

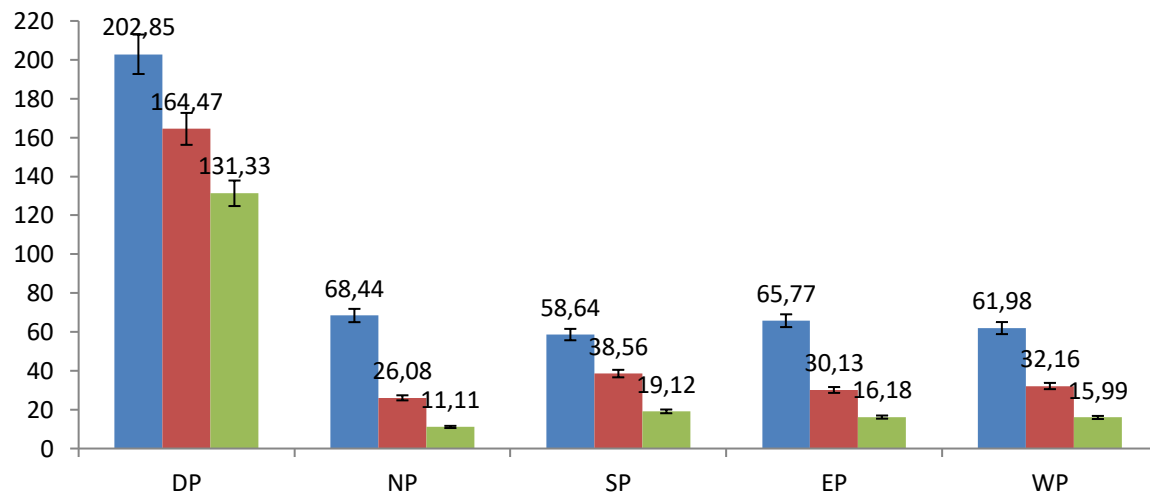
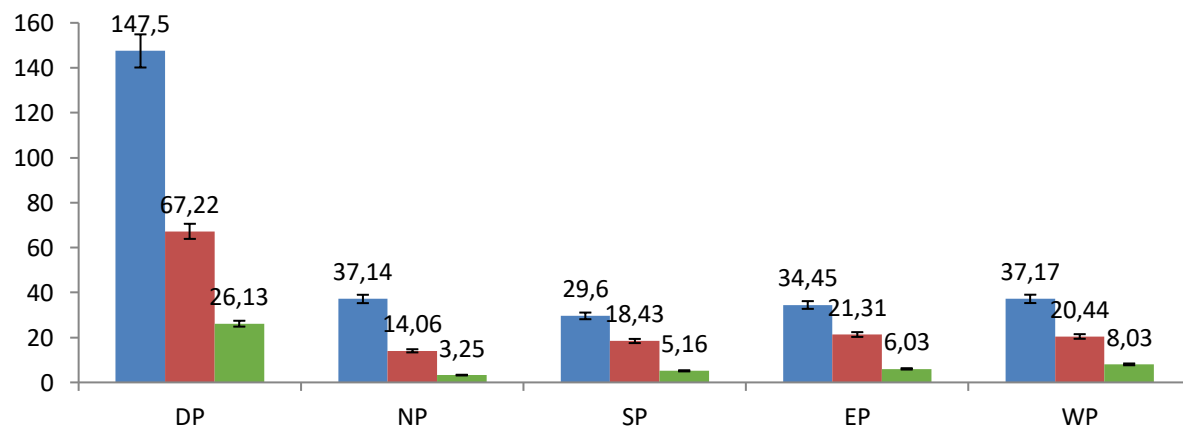


Figure 4A. Iron (Fe) concentration in each location points of the dumpsite area.

The iron (Fe) concentrations in deposit point of depth 0-15, 15-30 and 30-45 cm, ranged from 202.85, 164.47 and 131.33 mg kg⁻¹ respectively. This indicates that successive extractions of metal in the deposit point have high level of iron in waste soil which is potentially toxic to plants if not regulated.

The iron (Fe) concentrations in North point of depth 0-15, 15-30 and 30-45 cm ranged from 68.44, 26.08 and 11.11 mg kg⁻¹ respectively; South point of depth 0-15, 15-30 and 30-45 cm ranged from 58.64, 38.64 and 19.12 mg kg⁻¹ respectively; East point of depth 0-15, 15-30 and 30-45 cm ranged from 65.77, 30.13 and 16.18 mg kg⁻¹ respectively; West point of depth 0-15, 15-30, 30-45 cm ranged from 61.98, 32.16, and 15.99 mg kg⁻¹. This shows that other control point of waste soils in landfill area have minimum concentration of iron (Fe) content which is suitable or permissible for plant growth.



DP- Deposit point, NP- North point, SP-South point, EP- East point and WP- West point

Figure 4B. Zinc (Zn) concentration in each location points of the landfill area.

Zinc (Zn) concentrations in deposit point of depth 0-15, 15-30 and 30-45 cm ranged from 147.5, 67.22 and 26.13 mg kg⁻¹; North point of depths 0-15, 15-30, 30-45 cm ranged from 37.14, 14.06, 3.25 mg kg⁻¹; South point of depths 0-15, 15-30 and 30-45 cm ranged from 29.6, 18.43 and 5.16 mg kg⁻¹; East point of depths 0-15, 15-30, 30-45 cm ranged from 34.45, 21.31 and 6.03 mg kg⁻¹ and West point of depths 0-15, 15-30 and 30-45 cm ranged from 37.17, 20.44, 8.03 mg kg⁻¹ respectively. This indicates that results of the successive extractions of zinc in the samples have it contents within the permissible limits of 300 mg kg⁻¹ for practice of agriculture. Therefore, waste soils in the landfill locations points have low content of zinc (Zn).

CONCLUSION

This research work focuses on physical and chemical properties of an open waste dumpsite and heavy metal contamination levels in old Nekede road, Imo State. From the result obtained, iron (Fe) had the highest content all through the analysis. The results showed also that activities within the various control points might have been responsible for the increased level of iron (Fe) in the landfill. Results of physical and chemical properties indicated that refuse dumpsite soils to be slightly acidic with moderate moisture content. Total organic carbon/matter and total nitrogen content of the refuse waste soil were moderate with moderate's values of C:N ratio implying that waste soil can be used in some agricultural soil, as it will not pose problem to the crop, USDA (1996). Thus, the overall physical and chemical parameters revealed that the soils were fertile to support plant species diversity, changes and growth such plant includes plantain, banana and cassava. It is therefore appropriate to recommend as follows; that solid waste deposited at the landfill contained materials with high heavy metal content; hence, adequate refuse disposal mechanism should be put in place to reduce the high acidic content. Sorting into biodegradable and non – biodegradable ones before deposition should be keenly encouraged. It is also recommended that proper remediation work should be done on such site found to contain high level of heavy metals before it can be used for the cultivation of edible food crop in order to avoid heavy metal poisoning through bio magnification. Lastly, it will be very important to adhere strictly and comply with regulatory limits in sludge to be released from the villages into the environment.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The authors hereby declare that they have no conflict of interest whatsoever.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

The authors hereby declare that the contributions given are correct.

Christopher Ikechi Obineche: Literature review and methodology

Donatus. Okwudiri Igbojionu: Review of original draft and data analysis

Isiguzo.Edwin Ahenaku: Reviewing the writing precision in the original draft.

REFERENCES

- Adelekan BA and Abegunde KD (2011). Heavy metals contamination of soil and groundwater at automobile mechanic villages in Ibadan, Nigeria. *International Journal Physical Science*, 6 (5): 1045-1058.
- Adelekan BA and Alawode AO (2011). Contributions of refuse dumps to heavy metal concentrations in soil profile and groundwater in Ibadan, Nigeria. *Journal of Applied Bioscience*, 40: 7227-2737.
- Anikwe MAN and Nwobodo KCA (2001). Long term effect of municipal waste disposal on soil properties and productivity of sites used for urban agriculture in Abakaliki, Nigeria. *Bioresources Technology*, 83 (3): 241-250.
- APHA (1995). American public health association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19th edn APHA-AWWA-WPCF, pp. 525-987
- Awomeso JA, Taimo AM, Gbadebo AM and Arimoro AO (2010). Waste disposal and pollution management in urban areas. A workable remedy for the environment in developing countries. *American Journal of Environmental Sciences*, 6 (1): 26-32.
- Bacud L, Sioco F, and Majam J (1994). *A descriptive study of the water quality of drinking wells around payatas dumpsite*, Unpublished BSc Thesis, University of Philippines College of Public Health 12-24.
- Brady NC (1996). The nature and properties of soils, 11th ed.; *McMillan*, New York. P 621.
- FAO (1976). A framework for land Evaluation. FAO Bulletin 32, *FAO/UNESCO*, France.
- Helmore K and Ratta A (1995). The surprising yields of urban agriculture, choices. The human development magazines of UNDP 4(1).
- Juo ASR (1979). Selected methods for soil and plant analysis. *IITA Manual* No.1.
- Ngozi AC Chukwuocha, Ogbenna U, Ogugua C and Emenike N (2016). Erosion sensitivity assessment of communities in Owerri, Nigeria using geographic information system and revised universal soil loss equation-based model. *American Journal of Geographic Information System*, 5 (2): 55-67.
- Obineche CI, Emekachris CC, Igbojuonu DO and Obani O (2016). Quality assessment of direct harvested rainwater near Nekede Dumpsite in Owerri West L.G.A. Imo State, Nigeria. *Umudike Journal of Engineering and Technology (UJET) (Under Review)*
- Sia S (2008). Assessing the effect of a dumpsite to groundwater quality in Payatas Philippines. *American Journal of Environmental sciences* 4 (4): 262-266.
- Udo EJ, Ibia TO, Ogunwale JA, Ano AO and Esu IE (2009). Manuel of plant and water analysis. *Sibon Books Ltd. Lagos*, pp:183.
- USEPA (1996). Test methods for evaluating soil waste. Physical/Chemical Methods 3rd Edn, method 3050B, Acid Digestion of Sediment, Sludges and Soils, USEPA, *Washington DC*, SW-846.
- World Health Organization (WHO) (1993). Standard maxima for metals in agricultural soils.



Evaluation of Cassava Effluent as Organic Admixture in Concrete Production for Farm Structures

Ovie Isaac AKPOKODJE^{IDa} Goodnews Goodman AGBI^{IDb} Hilary UGURU^{IDc*}

^aDepartment of Civil Engineering Technology, Delta State Polytechnic, Ozoro, NIGERIA

^bDepartment of Civil Engineering, Delta State University, Oleh Campus, NIGERIA

^cDepartment of Agricultural and Bio-Environmental Engineering Technology, Delta State Polytechnic, Ozoro, NIGERIA

(*): Corresponding author, erobo2011@gmail.com

ABSTRACT

This paper evaluated the influence of cassava effluent on the compressive strength of concrete for farm structures. Three sets of concrete cubes were produced with a concrete mix ratio of 1:2:4 (C 15) and a water to cement ratio (w/c) of 0.5. The 1st set was produced with 100% fresh water (tap water). The 2nd set was produced with 75% partial replacement of the fresh water with fresh cassava effluent, while the 3rd set was produced with 75% partial replacement of the fresh water with old cassava effluent. The density, water absorption rate and compressive strength of the concrete cubes was tested in accordance with ASTM International standards, at the end of 7, 14, 21, 28 and 56 curing days. The results revealed that, the cassava effluent slightly increased the cubes density; but reduced their water absorption rate. The study further showed that, concrete produced with fresh cassava effluent, developed the highest compressive strength (29.57 MPa) at the end of the 56th curing day. In contrast, concrete produced with old cassava effluent developed the lowest compressive strength (24.43 MPa) at day 56, which was lower than the compressive strength of 27.18 MPa developed by the concrete produced with fresh water (also at day 56). In addition, the cassava effluent retarded the initial rate of strength development, as such, increasing its prospect as an organic concrete admixture. This study will be helpful in mitigating the harmful effects of cassava effluent in the environment, since it can be utilized in concrete production.

RESEARCH ARTICLE

Received: 15.06.2020

Accepted: 06.08.2020

Keywords :

- Cassava effluent,
- Cassava starch,
- Concrete,
- Hydrocyanic acid,
- Organic admixture

To cite: Akpokodje OI, Agbi GG, Uguru H (2020). Evaluation of Cassava Effluent as Organic Admixture in Concrete Production for Farm Structures. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2):271-282.
<https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.005>

INTRODUCTION

Concrete is produced by mixing cement, fine aggregate and coarse aggregate in a definite ratio. The cement acts as 'glue' that binds the aggregates together in the concrete. The mechanical properties of any concrete are highly dependent on the relative proportion of cement in the concrete (Shetty, 2001; FAO, 2011). During the construction of farm structures, fresh concrete is usually produced within the building site and poured into already prepared formworks, to produce the desired shapes and sizes. In some cases, the concrete is precast at other areas, and brought to the building sites for installation. A structure in engineering terms refers to the coupling of several independent members, in which each member is subjected to flexural or axial force (either tensile or compressive), and at times to both flexural and axial forces (Reynolds and Steedman, 1999; FAO, 2011). Concrete is one of the most expensive building materials used in the construction of farm structures; but it is more durable when compared with other building materials. Farm structures play a vital role in increasing agricultural productivity and overall production. Most of the farm storage and processing structures are made of concrete. Concrete has high compressive strength properties but very low tensile and flexural strength properties. The poor tensile and flexural strength properties of concrete can be improved by making appropriate changes in its constituents, or by adding special admixtures (Shetty, 2001; Yan and Chou, 2014).

Admixtures are inorganic or organic chemicals that are added to concrete to improve some of its physico-mechanical properties, so that the concrete can meet its intended design target mean strength (Akpokodje and Uguru, 2019). The efficiency of any admixture is dependent on the nature of the admixture, the amount of the admixture added, the volume of the cement, the water-cement ratio, the nature of the aggregates, the environmental temperature, etc. According to the Portland Cement Association (PCA), the main functions of admixtures include; corrosion inhibition, shrinkage reduction, alkali-silica reactivity reduction, air entrainment and workability enhancement, bonding and strength development, damp proofing and coloring among others. Air-entraining admixtures are used to encourage the development of microscopic air bubbles in the concrete; while pozzolanic based admixture helps to prevent alkali-aggregate reactions and enhance further strength development in the concrete (PCA, 2019). Despite the numerous advantages of admixtures, they have some limitations. Some admixtures can increase the concrete's drying shrinkage and reduce the concrete's resistivity to sulphate attack (Mishra, 2019). Some inorganic admixtures contain formaldehyde, which is hazardous to the ecosystem, if discharged untreated into the environment (Akindahunsi *et al.*, 2013).

Numerous researchers have investigated the influence of admixtures in concretes. Dhir *et al.* (2009), reported that superplasticizing admixtures improved the mechanical properties of the concrete produced. A compressive strength of 42.59 N mm⁻² was recorded in C35 concrete produced by partial replacement (0.05%) of the cement with cassava starch; as against the 39.51 N mm⁻² recorded in the C35 control concrete (Abalaka, 2011). Likewise Okafor (2008) observed that cassava flour acted as a good set-retarding admixture; thereby, improving the quality of the concrete produced with it. Topçu and Atesin (2016) observed that the slump of concrete produced with naphthalenesulfonate-based admixture had a better flowability when compared with concrete produced with lignosulfonate-based admixture. Concretes produced from

modified polycarboxylic ether polymer, were observed to have higher compressive strength properties, when compared with concrete produced from sulfonated polymer, after 28 curing days (Papayianni *et al.*, 2005).

Cassava (*Manihot esculenta*) is a perennial crop with edible roots that is cultivated widely, both in the tropical and subtropical regions of the world. The roots are processed into various value-added products, such as: *garri*, *stach*, *fufu*, sweeteners, glues, etc. Cassava has become a staple food for over 300 million people globally (IITA, 2019). According to IITA, in 2017 about 291 million metric tons of cassava roots were harvested globally, of which Nigeria accounts for about 59 million metric tons; amounting to approximately 20%. Large quantity of effluent is discharged during the processing of cassava roots into its useful products. This effluent contains vary concentrations of hydrocyanic acid and starch; the concentration of hydrocyanic acid and starch in the cassava effluent depends on the cassava cultivar, age, farming method, etc. (FAO, 2001). Although, several researches have been done on remediation and the industrial applications of cassava effluent, very few literatures have been reported on the utilization of cassava effluent in the concrete production industry. Therefore, the objective of this study is to evaluate the effect of cassava effluent, on some physico-mechanical properties of concrete, as may be applied in the construction industry and farm structures. The results obtained will help in the evaluation of cassava effluent as potential organic admixture.

MATERIALS and METHODS

Materials

Water

Borehole water obtained from the premises of the School of Engineering, Delta State Polytechnic, Ozoro, Nigeria, was used for the concrete production. The water was free from aquatic plants, foreign materials, oil contamination, suspended solids, pH of 7.2 and an electrical conductivity of 62 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Cement

Dangote Ordinary Portland Cement (OPC) was used for the concrete production. The cement was manufactured in compliance with Nigeria Industrial Standard (NIS), and has the standard cement grade of 42.5. Generally, cement grade 32.5 produces concrete with lower compressive strength than cement grade 42.5 (NIS 444-1, 2003). According to FAO (2011) concretes produced with OPC tend to have low resistivity to acids and sulphates.

Fine aggregate

Natural riverbed sand (Sharp sand) obtained from River Ase in Delta State, Nigeria was used as the fine aggregate. The sand was dried in the laboratory for two weeks, in order to appreciably reduce its moisture content. According to FAO (2011), sand with high moisture content is not preferred for concrete production; this is because it will alter the water-cement ratio, which will in turn reduce the quality of concrete produced.

Coarse aggregate

Crushed granite was used as the coarse aggregate in the concrete production. The granite was sieved with a 20 mm gauge sieve and only aggregate passing through was used, while the retained material was discarded. Furthermore, the granite was washed, decanted and dried. This was done to remove all amounts of dirt and other organic deleterious matter present in the granite, which can reduce the compressive strength of the concrete produced.

Preparation of cassava effluent

The cassava (cv. TME 419) roots were harvested from the research farm of Delta State Polytechnic, Ozoro, Nigeria. They were peeled manually, washed and grated using a cassava grating machine. The grated cassava roots were bagged in jute sack, and the cassava effluent was extracted by using a manual press, to expel the effluent. The cassava effluent obtained was filtered with a 150 µm gauge stainless steel sieve, to remove all solid particles.

The prepared cassava effluent was then divided into two parts; one part was used immediately for the concrete production, while the other was left to ferment to seven days before it was used.

Preliminary Tests

The physical characteristics of both the coarse and fine aggregates were determined in compliance with ASTM International procedures. The grading curves of the fine and coarse aggregates were determined by using the British Standard (BS) sieves; while some geotechnical properties of the coarse and fine aggregates were determined in compliance with ASTM International procedures. Likewise, the physiochemical properties of the cassava effluent were determined using the APHA approved procedures (APHA, 2005).

The physical characteristics of the fine and coarse aggregates used for concrete production were well graded and met the NIS and ASTM International standards (Table 1). As shown in Table 1, the moisture content of the fine and coarse aggregate was relatively low, and were within NIS specifications. Figure 1 shows the gradations of the fine aggregate, which revealed that the fine aggregate was well graded and satisfied ASTM International requirements. According to ASTM D2487-11, any fine aggregate having uniformity coefficient (C_u) less than 6 ($C_u < 6$), and fines particles less than 5% (fines < 5%), is considered Poorly Graded, and not preferable for concrete production (USCS, 2015).

Table 1. Physical characteristics of the aggregates

Aggregate	Specific gravity*	Absorption capacity (%)*	Moisture content*
Fine	2.53±0.05	2.14±0.04	3.82±0.29
Coarse	2.65±0.02	3.24±0.11	2.05±0.19

Values are means ± standard deviation, *Average value of triplicate results

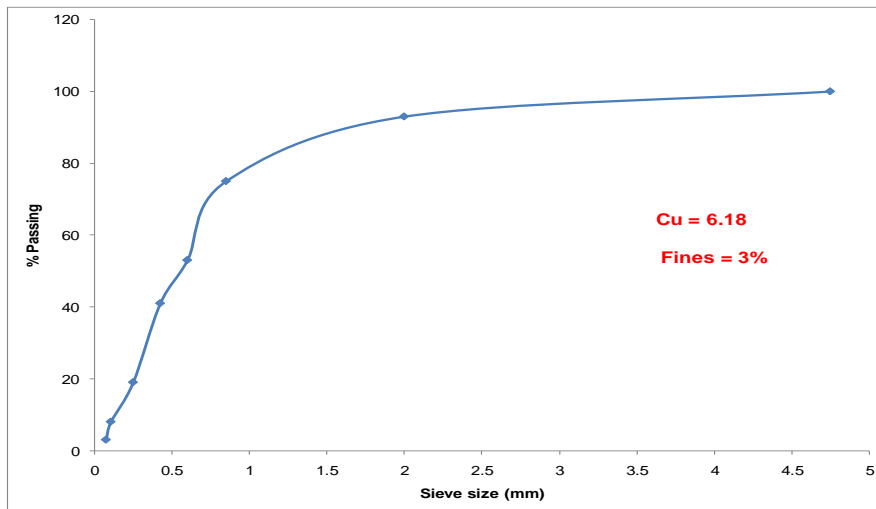


Figure 1. Particle size distribution of fine aggregates used for the concrete production

Methods

Mix design

Batching was done by volume for the concrete production. A concrete mix of 1:2:4 (C15) was adopted. A water to cement ratio (w/c) of 0.5 was generally employed, with the water content partially replaced with 75% (by volume) of cassava effluent, for the investigated cases.

Mixing

Mechanical mixing method as adopted for the concrete production. A tilting drum batch mixer was used to mix all the concrete constituents to achieve a homogenous mixture. Before the cassava effluent was introduced in the concrete production, it was stirred vigorously for five minutes, so that a fairly homogenous mixture can be attained. This is because starch and other components of cassava effluent have the tendency of settling within short period of time under tranquil conditions.

For the purpose of this study, three sets of concrete cubes were produced. The first set of concrete cubes was produced with 100% fresh water (tap water). They were tagged "Control".

The second set of concrete cubes were produced with 75% (by volume) of fresh cassava effluent, and they were tagged "CE-D1".

The third set of concrete cubes were produced with 75% (by volume) of seven-day old cassava effluent, and they were tagged "CE-D7".

Concrete cubes production

All the concrete cubes were produced with standard dimensions of 150 mm x 150 mm x 150 mm. During the production; the freshly mixed concrete was poured into a standard steel mould in three equal layers, and then rammed thirty-five times per layer. The cast concrete cubes were then covered with a black polyethylene sheet and left inside the concrete laboratory for twenty-four hours, after which they were de-moulded, and were cured by total submersion in clean water.

Laboratory tests

(a) Physical characteristics

Concrete water absorption rate test

The water absorption rate of the various concrete sets was determined in compliance with B.S 1881- 122 recommended procedures. During the test, three concrete cubes from each experimental set were taken from the curing tank and dried in a laboratory oven pre-set at $110 \pm 5^\circ\text{C}$ for 48 hours. The dried concrete cubes weight was taken with digital weighing balance and were tagged W_1 . There freshly dried concrete cubes were then immersed in fresh water for 24 hours. At the end of the 24 hours, they were taken out of the water, dried with paper towel. After which, the concrete cubes were weighed again, and the new weight was tagged W_2 . The water absorption rate of concrete cubes was calculated using (Equation 1).

$$\text{Water absorption rate (\%)} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

Concrete density determination

The density of the concrete produced was determined in compliance with ASTM C138 / C138M (2017) recommended procedures. Each concrete cube was weighed with an electronic digital weighing balance, with 0.01 Kg accuracy. Then the three principal dimensions (length, width and height) of the cube were measured with an electronic digital caliper, with 0.01 mm accuracy. Density of each concrete cube was calculated as the ratio of the mass to the volume of the cube, as shown in Equation 2 (Esegbuyota *et al.*, 2019).

$$\text{Density} = \frac{\text{Mass}}{\text{Volume}} \quad (2)$$

The concrete cubes that were used for the density and water absorption rate tests were marked, and were not used for compressive test, sue to the distortion in the curing process.

(B) Compressive strength test

The compressive strength test for the concrete cubes was carried out in accordance with ASTM C109 / C109M (2020) standards. Compressive strength of a concrete cubes was determined using the concrete Compression Testing Machine (Model: STYE 2000), manufactured in China. During the test, individual concrete cube was clamped in between the platens in the compression chamber of the machine, and compressed axially, at a slow speed of $0.6 \pm 0.2 \text{ mm min}^{-1}$ until the concrete cube failed under the increasing load. The force required to crush individual concrete cube, was read from the digital screen attached to the machine and recorded. Using the crushing force, the compressive strength of the concrete cube was calculated by dividing the crushing force, by the effective surface area of the concrete cube on which the loading was applied (Equation 3).

$$\text{Compressive strength} = \frac{\text{Crushing force}}{\text{Effective surface area of cube}} \quad (3)$$

All the laboratory tests were done at the Department of Civil Engineering Technology, Delta State Polytechnic, Ozoro, Nigeria, at ambient temperature ($27\pm 3^{\circ}\text{C}$). Four cubes per sample set were tested and the average value recorded. The concrete cubes were tested at the end of 7, 14, 21, 28 and 56 curing days.

RESULTS and DISCUSSION

Physicochemical properties of the cassava effluent

The physicochemical properties of the cassava effluent used for the concrete production are presented in Table 2. The results revealed that the fermented cassava effluent was more acidic than the fresh cassava effluent. In addition, the starch content of the cassava effluent declined with the aging of the effluent; while the Total dissolved solids generally increased, as the cassava effluent gets aged (from Day 1 to Day 7).

Table 2. Physicochemical properties of cassava effluent

Parameter	Fresh cassava effluent*	Old cassava effluent*
pH	5.12 \pm 0.19	3.15 \pm 0.23
Hydrocyanic acid (mg l ⁻¹)	10.62 \pm 1.12	22.74 \pm 1.52
Starch (m ³ t ⁻¹)	34.5 \pm 3.22	22.1 \pm 4.19
Total dissolved solids (mg l ⁻¹)	2,432 \pm 44.91	4,428 \pm 65.22
Electrical conductivity ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	1712 \pm 20.44	3512 \pm 32.29

Values are means \pm standard deviation, *Average value of triplicate results

Concrete water absorption rate

The water absorption rate of the concrete cubes is presented in Table 3. The study revealed that the water absorption rate of the concrete generally declined with aging of the concrete. Declining trend of the water absorption rate of the concrete with age, observed in this study is in agreement with previous study results of Akindahunsi *et al.* (2012). From the results, it was observed that control concrete cubes recorded the highest 56 day water absorption rate (4.9%); concrete produced with old cassava effluent recorded 56 day water absorption rate of 4.3%; while concrete produced with fresh cassava effluent recorded the least 56 day water absorption rate (3.2%). This signified that concrete produced with fresh cassava effluent absorbed lesser water than those concretes produced with fresh water. Lower water absorption rate recorded in the concrete produced with cassava effluent, could be attributed to the starch content of the effluent, which acts as an admixture.

Similar results were reported by Akindahunsi and Uzoegbo (2015), where concrete incorporated with cassava starch had lower water absorption rate, when compared with control concrete (concrete produced without cassava starch). In addition, Akpokodje and Uguru (2019) observed that cassava effluent was able to reduce the water absorption rate of sandcrete blocks by approximately 45% after 28 curing days. According to ASTM C1585 (2013), concrete water absorption rate is highly influenced by the concrete mix ratio, addition of admixtures, amount of entrained air, curing method adopted, age of the concrete, etc.

Furthermore, the study revealed that only concrete produced by fresh cassava effluent, was able to meet Pitroda and Shah (2014) assertion that, good quality concrete must not have water absorption rate greater than 5% at 28 days curing age. Concrete with high water absorption rate is not preferred in building construction. This is because their high permeability level will encourage the penetration of moisture,

sulphate ions, chloride ions and other toxic substances that can caused negative chemical reactions (Alhozaimy *et al.*, 1996).

Table 3. Water absorption rate of concrete cubes produced with fresh water, fresh cassava effluent and old cassava effluent

Sample	Water Absorption rate (%)		
	Curing days		
	Day 21*	Day 28*	Day 56*
Control	9.1±2.1	6.2±0.8	4.9±0.9
D1	6.8±1.4	4.3±0.7	3.2±0.8
D7	7.6±1.5	5.4±1.1	4.3±0.9

Values are means ± standard deviation, *Average value of triplicate results

Concrete cubes density

The density of the concrete cubes generally increased during curing (Table 4). The study showed that the increment in the concrete density during curing was generally low; 2.14% increment was recorded in the control concrete cubes, 6.83% was recorded with concrete incorporated with fresh cassava effluent, and 4.45% was recorded in the concrete incorporated with old cassava effluent. Concrete cubes produced with fresh water had the lowest density (2439.44 kg m⁻³), at curing day 56; concrete incorporated with old cassava effluent recorded density of 2495.28 kg m⁻³ at the 56th curing day; while concreted incorporated with fresh cassava effluent recorded the highest density (2568.36 kg m⁻³), at curing day 56. This indicated that cassava effluent has the ability of influencing the weight and density of concrete, through its' (cassava effluent) starch content presented in Table 2. Okafor (2010) and Abd *et al.* (2016), stated that starch has the ability of influencing the density of concrete, as it can facilitates higher level of concrete compaction, which will result in increase in concrete density. Similarly, Okafor (2008) reported that density of concrete generally increases in an increased in the amount of cassava starch incorporated into the concrete. At 56th curing day, the density of concrete incorporated with 0% cassava starch was 2542 kg m⁻³; lower than 2573 kg m⁻³ and 2574 kg m⁻³ recorded for concrete incorporated with 3% and 10% cassava starch respectively.

Table 4. Concrete cubes density

Sample	Density (kg m ⁻³)			
	Curing days			
	Day 7*	Day 21*	Day 28*	Day 56*
Control	2387.28±23	2405.17±31	2427.06±31	2439.44±29
D1	2392.93±31	2445.28±36	2517.87±34	2568.36±22
D7	2384.14±22	2411.27±28	2463.42±25	2495.28±25

Values are means ± standard deviation, *Average values of triplicate results

Concrete cubes compressive strength

The average compressive strength of the various sets of concrete cubes is presented in Table 5. The compressive strength development pattern of the concrete cubes during the curing period was fairly consistent with the recommendations of Reynolds and Steedman (1999). It was observed that the compressive strength was influenced by the presence of the cassava effluent, and the age of the effluent. The concrete cubes produced with fresh cassava effluent had the highest 56 day compressive strength (29.57 MPa), when compared with the concrete cubes produced with fresh water at 56

days (27.18 MPa), but displayed a less rapid strength development at the 7th day (14.65 MPa against 16.77 MPa recorded for fresh water). The improved quality of the concrete produced with the fresh cassava effluent beyond 21 days, can be attributed to the higher starch concentration and lower acidity (Table 2) of the fresh cassava effluent. Okafor (2010) reported that cassava starch (flour) acts as a water-reducing admixture in concrete; thereby increasing the compressive strength, when compared with concrete produced without the introduction of cassava flour admixture. Furthermore, the improved compressive strength of the fresh cassava effluent produced concrete, could be attributed to the better spreading of cement paste within the concrete. This is due to the adequate starch in the effluent, and a lower water to cement ratio, resulting in the production of a denser gel (Neville and Brooks, 1987). According to Dias *et al.* (2016), delays in strength development creates greater opportunity for the hydrated products to align and re-arrange themselves in the cement matrix, thereby producing a concrete with a higher compressive strength at the end.

In contrast, the concretes produced with the old cassava effluent had the lowest compressive strength, ranging from 10.51 MPa to 24.43 MPa. The poor physicochemical qualities of the old cassava effluent such as; high organic matters, low starch content and high acidity (Table 2), can be responsible for the poor compressive strength of the concrete produced with it. According to NIS, water with high organic matters content (Total dissolved solids) and high acidity, negatively affects the compressive strength of concretes, produced with it (NIS 554, 2007). In addition, Olusola and Opeyemi (2012) reported that high concentrations nitric acid, negatively affected the compressive strengths of concrete. A similar observation was made by Purnomo *et al.* (2019), where higher concentrations of citric acid reduced the compressive strength of the concrete bricks produced. According to Purnomo *et al.* (2019) concrete bricks produced with 0.15% citric acid (per wt. of cement) had a compressive strength of 46 MPa, at 28 curing days; while concrete bricks produced with 0.45% citric acid (per wt. of cement) developed a compressive strength of 29.70 MPa after 28 curing days. Thereby, the high concentration of the organic acid (Hydrocyanic acid) in the old cassava effluent (Table 2) will hinder the development of compressive strength of concrete. Adewumi *et al.* (2016) reported that the 28-day compressive strength of 1:2:4 concrete produced with cassava effluent was lower (13.5 MPa), compared with the concrete produced with fresh water (17.6 MPa) at 28 days. The differences in the compressive strength of concretes made with cassava effluent could be attributed to differences in age of maturity of the cassava roots, the age and concentration of the cassava effluent, the mix ratio and mixing methods, the properties of the other concrete constituents, etc.

The results further revealed a generally lower compressive strength of the concrete cubes produced with the cassava effluent during the first 14 curing days, when compared with the control concrete. This could be attributed to the slow setting time of the concrete produced with the cassava effluent. Similar results were reported by Okafor (2010) and Akpokodje and Uguru (2019). Delays in the setting time of concrete encourages the complete hydration of the cement; thereby, producing concrete with better qualities. This is beneficial in the hot tropical climates where normal setting time of concrete is reduced by higher ambient temperatures (Neville, 2006). According to FAO, cassava root processing produces large volume of effluent, which contains high concentration of organic compounds. Some of these compounds are not ecofriendly if not treated before they are discharged into the environment (FAO, 2001). Therefore, this

study will help in mitigating the harmful effects of the cassava effluent, since it can be utilized in the concrete production industry.

Table 5: Compressive strength of concrete cubes

Sample	Compressive strength (MPa)				
	Curing days				
	Day 7*	Day 14*	Day 21*	Day 28*	Day 56*
Control	16.77±2.3	22.28±1.7	25.92±1.2	26.54±1.3	27.18±2.1
CE - D1	14.63±2.1	19.83±1.5	27.31±1.4	28.69±1.9	29.57±1.7
CE - D7	10.51±1.7	14.66±1.6	22.09±1.8	24.11±2.2	24.43±1.5

Values are means ± standard deviation, *Average value of four results

CONCLUSION

This study looks into the utilization of cassava effluent as an admixture in concrete production. Mechanical properties of concrete cubes produced with cassava effluent, were tested in compliance with ASTM International standards. Based on the results, the density of the concrete increased marginally, by the addition of cassava effluent to the concrete; while the cassava effluent greatly reduced the water absorption rate of the concrete. In addition, the study revealed that the compressive strength of the concrete cubes was greatly influenced by the age and quantity of the cassava effluent, used for the production of the concrete. The highest compressive strength (29.57 MPa), was recorded in the concrete incorporated with fresh cassava effluent at day 56 of curing. While the concrete produced incorporating old cassava effluent recorded the lowest compressive strength (24.43 MPa), at day 56. This showed that fresh cassava effluent could serve as an organic admixture in concrete production, due to its' high starch content, which is able to retard the concrete setting time and increased its compressive strength in the process. The study will help in mitigating the harmful effects of the cassava effluent in the environment, since it can be adequately utilized in the concrete production industry.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The authors declare that there are no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

The authors declared that the following contributions are correct.

Goodnews Goodman Agbi: Literature review and methodology.

Ovie Isaac Akpokodje: Data analysis and review of the original draft.

Hilary Uguru: Design the research and writing the original draft.

REFERENCES

- Abalaka AE (2011). Comparative effects of cassava starch and simple sugar in cement mortar and concrete. *ATBU Journal of Environmental Technology*, 4 (1): 13-22.
- Abd SM, Hamood QY, Khamees AS and Ali ZH (2016). Effect of using corn starch as concrete admixture. *International Journal of Engineering Research and Science and Technology*, 5 (3): 35-44.
- Akindahunsi AA, Uzoegbo HC and Iyuke SE. (2012). *Use of starch modified concrete as a repair material*. In Proceedings of the 3rd International Conference on Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting. Cape Town, South Africa.

- Akindahunsi AA and Uzoegbo HC (2015). Strength and durability properties of concrete with starch admixture. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, (3): 323–335.
- Akpokodje OI and Uguru H (2019). Effect of fermented cassava wastewater as admixture on some physico-mechanical properties of solid sandcrete blocks. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 67 (10): 216-222.
- Alhozaimy A, Soroushian P and Mirza F (1996). Effects of curing conditions and age on chloride permeability of fly ash mortar. *ACI Materials Journal*, 93 (1):87–95.
- APHA (2005) Standard methods for examination of water and wastewater. In: Eaton AD, Clescer LS, Rice EW, Greenberg AE, Franson MAH (eds.) Standards Methods for examination of waters and wastewaters *APHA 21st edition Washington DC*.
- ASTM C1585 (2013). Standard test method for measurement of rate of absorption of water by hydraulic-cement concretes, ASTM International, West Conshohocken, PA. <https://www.astm.org/Standards/C1585> (17.06.2020)
- ASTM C138 / C138M (2017). Standard test method for density (unit weight), yield, and air content (gravimetric) of concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017. <https://www.astm.org/Standards/C138>. (06.06. 2020).
- ASTM C109 / C109M (2020). Standard test method for compressive strength of hydraulic cement mortars, ASTM International, West Conshohocken, PA. <https://www.astm.org/Standards/C109.htm>, (June, 2020)
- BS 1881-122 (1983). Testing fresh concrete. Method for determination of water absorption. BS 1881-122, BSI, *Linfordwood*, Milton Keynes MK14 6LE, U.S
- Dhir RK, McCarthy MJ, Caliskan S and Ashraf MK (2009). Concrete pressure on formwork: Influence of cement combinations and superplasticizing admixtures. *Magazine of Concrete Research*, 61 (6): 407-417.
- Dias WPS, Dewapriya MAN, Edirisooriya EACK, Jayathunga CG. (2016). Effects of large retarder overdose on concrete strength development. *Journal of the Institution of Engineers, Sri Lanka*, 43 (3):13-19.
- Esegbuyota D, Akpokodje OI and Uguru H (2019). Physical characteristics and compressive strength of raffia fibre reinforced sandcrete Blocks. *Journal of Engineering and Information Technology*. 6(1):1-8.
- FAO (2001). An assessment of the impact of cassava production and processing on the environment and biodiversity. *Rome*
- FAO (2011). Rural structures in the tropics. Design and development. Rome.
- IITA (2020). Cassava
[https://www.iita.org/cropsnew/cassava/#:~:text=More%20than%20291%20million%20tons,increase%20in%20the%20last%20decade](https://www.iita.org/cropsnew/cassava/#:~:text=More%20than%20291%20million%20tons,increase%20in%20the%20last%20decade.). (05.03.2020).
- Mishra G (2019). Concrete admixtures (Additives)- types, selection, properties, uses. <https://theconstructor.org/concrete/concrete-admixtures-types-and-uses/409/> (20.03.2020).
- Neville AM and Brooks JJ (1987). Concrete technology, *Longman Group Ltd.*, London.
- Neville AM (2006). Properties of concrete, fourth edition. Dorling Kindersley (India), *Pvt Ltd.*, Patparganj, Delhi, India.
- NIS 444-1 (2003). Composition, specification and conformity criteria for common cements. *Standards Organisation of Nigeria*.
- NIS 554 (2007). Nigerian standard for drinking water quality. *Nigerian Industrial Standard, NIS: 554*.
- Okafor FO (2010). The performance of cassava flour as a water-reducing admixture for concrete. *Nigerian Journal of Technology*, 29 (2): 106-112.
- Okafor FO (2008). The Potentials of Cassava flour as a set-retarding admixture in concrete; *Nigerian Journal of Technology*, 27 (1): 5- 12.
- Olusola KO, and Opeyemi J (2012). Effect of nitric acid concentration on the compressive strength of laterized concrete. *Civil and Environmental Research*, 2 (10): 48-58.
- Papayianni I, Tsohos G, Oikonomou N and Mavria P (2005). Influence of superplasticizer type and mix design parameters on the performance of them in concrete mixtures. *Cement and Concrete Composites*, 27 (2): 217-222
- PCA (2019). Chemical admixtures. <https://www.cement.org/cement-concrete-applications/concrete-materials/chemical-admixtures> (14.03.2020).
- Purnomo J, Sumarni S and Saputro IN (2019). Effect of citric acid on setting-time and compressive strength of concrete. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 578: 1-9
- Reynolds CE and Steedman JC (1999). Reinforced concrete designer's handbook (10th ed.): E & FN Spon, *Taylor and Francis Group*, 11 New Fetter Lane, London EC4P 4EE.
- Shetty MS (2001). Concrete technology: theory and practice. 4th edition, New Delhi, *S. Chand & Co. Ltd.*

- Topçu IB and Atesin O (2016). Effect of high dosage lignosulphonate and naphthalene sulphonate based plasticizer usage on micro concrete properties. *Construction and Building Materials*, 120: 189-197.
- USCS (2015). Soil classification basics. <http://faculty.uml.edu/ehajduk/Teaching/14.330/documents/14.330SoilClassification.pdf> (02.02.2020).
- Yan LB and Chouw N (2014). Sustainable concrete and structures with natural fibre reinforcement. Infrastructure corrosion and durability -A sustainability study. Editor: Yang Lu, *OMICS Group Incorporation*.



Development and Optimization of a Manual Fed Cassava Root Chipper for Household Cassava Processors

Macmanus NDUKWU^{1a*} Gabriel AFAM^{1a} Nnaemeka NWAKUBA^{1b}

^aDepartments of Agricultural and Bioresources Engineering, Michael Okpara University of Agriculture, Umudike, P.M.B 7267 Umuahia, Abia State, NIGERIA

^bDepartments of Agricultural and Bioresources Engineering, Federal University of Technology, Owerri, NIGERIA

(*): Corresponding author, ndukwumcu@mouau.edu.ng; Tel: +234-803-660-8510

ABSTRACT

A motorized, manual fed cassava root chipping machine was developed, evaluated and optimized. The objective of the research is to investigate the effect of moisture content and speed on the chipping sizes, efficiency, throughput and machine capacities. Obtained results showed that the cassava initial moisture content significantly affected the chipping size, machine capacity, throughput capacity and chipping efficiency within the tested moisture content range of 52 to 68% w.b. The machine speed also affected the chipping size, chipping efficiency, machine and throughput capacity. The average chipping size for the cassava chips at the four ranges of moisture content, speeds and constant feed rate of $89 \pm 26.6 \text{ kg h}^{-1}$ ranged from 0.56 to 0.96 cm with optimum thickness 0.618 at 450 rpm and moisture content of 65.27% based on desirability factor. The average chipping efficiency ranged from 60 to 90% with an optimum value of 79.57% at 533 rpm and moisture content of 68% while the throughput capacities of the machine ranged from 49 to 118 kg/h with optimum value of 118 kg/h at a speed of 600 rpm and 68% moisture content.

RESEARCH ARTICLE

Received: 23.06.2020

Accepted: 15.08.2020

Keywords:

- Cassava root,
- Machine design,
- Performance evaluation,
- Cassava shredding

To cite: Ndukwu MC, Afam G, Nwakuba NR (2020). Development and Optimization of a Manual Fed Cassava Root Chipper for Household Cassava Processors. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 283-295.
<https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.006>

INTRODUCTION

Cassava (*Manihot esculanta* Crantz,) is a perennial plant that belongs to the family of Euphorbiaceae. Cassava root is regarded as a vital source of food energy in Nigerian dietary, given its distinct role in easing food scarcity due to its regular obtainability all through the year, appropriateness to the farming technique of Nigerian farmers (Ajibola *et al.*, 2007). The advent of cassava in Nigeria was traced to the returning of slaves from South America (Ikugbayigbe, 2012). It grows well in tropical climate and Nigeria is

considered a major producer of cassava in the globe (FAO, 2006). It produces good yield even in poor soil and the ability to stay in the soil for long-duration post maturity makes it a veritable part of food security crops for low-income countries. Cassava has become a major cash crop, food, and an industrial raw material for making of starch, alcohol, pharmaceuticals and confectioneries (Francisco, 2004). Cassava forms a base for a wide variety of fermented foods in the most emergent country and serves as an unprocessed substance in the manufacture of processed foods, animal feed and industrial products (Igboayaka *et al.*, 2018). It can be consumed by means of garri, tapioca chips, flour, fermented pastes, starch, etc. (Anuebunwa *et al.*, 2008). Therefore, it has formed a major part of the staple food and major source of carbohydrates in most tropical countries competing with other tubers like yam (Balagopalan *et al.*, 2008).

Cassava deteriorates fast and must be processed to other forms if it must be stored (Silayo *et al.*, 2007). Thus, there is a need for rapid processing of the tubers into a more shelf-stable form (IITA, 2011). Nigeria currently is the largest producer of cassava in the world (Ndunguru *et al.*, 2009). Processing the roots into dried chips reduces the moisture content to a very low level and reduces postharvest losses (Ndukwu *et al.*, 2018). In a country like Nigeria, separately from undeviating processing at the local level and utilization, animal feed, the verdict of the Federal Government for the addition of cassava flour of about 10% in bakery and cassava chips send abroad mission, improved the stipulate for cassava manufacture. In a continent like Asia, more than 40% of cassava is for undeviating human utilization, with greatly of the remnants distributed via export as chips. In India, scorched roots are transformed into small chips and flour. In a country like Indonesia, 57% production of cassava is for human utilization whereas 43% are consumed cooked or handled into dried chips before consumption (IITA, 2011). Cassava processing into chips aids in the rapid drying of the crops lowers its bulk density and eases its packaging, transportation and export. Some designs of cassava chippers have been presented in literature (Adejumo *et al.*, 2001; Adewumi *et al.*, 2005; Bolaji *et al.*, 2008; Ndunguru *et al.*, 2009; Ndukwu *et al.*, 2019a); however, there is a scarcity of information on optimum operational parameters for the machine capacities and thickness of cassava chips produced under the operating conditions. The diminutive shelf-life and cumbersomeness of cassava roots pose a major challenge when it is transported from the field to the market or industrial locations due to its extremely perishable nature. Processing of cassava into chips by manual methods like the application of a knife involves high labour input and also results in low product quality. To surmount this bottleneck in the sales and consumption of cassava products, as well as to circumvent huge loss after harvest, it is paramount to convert the fed (roots) to dry products (garri, tapioca, etc.) which are characterized with enhanced storage duration. The easiest and ever frequent means of treating cassava is the alteration of the roots to dry chips. Processing of cassava into chips by manual approach which entails the practice of the knife is labour-demanding with lots of human drudgery involved; but the appliance of enhanced processing knowledge (skill) has a drastically abridged processing period and labour and boosts advance production. This work, therefore, focuses on the development of cassava chipper, determining the effects of moisture and chipping speed on machine operating parameters; and optimizing the process parameters of the cassava chipper using response surface optimization tools.

MATERIAL and METHODS

Design and Features of the Cassava Chipping Machine

For effective operation, the manually operated cassava root chipper will consist basically of the following components: chipping blade, feeding chute, shaft, pulleys, ball bearing, mainframe, power unit and outlet chute. The choice of the component parts used in building the cassava chipping equipment was founded on the obtainability, strength, suitability, characteristics and economic considerations. Therefore, the machine design considerations are as follow:

- i. Compactness and simplicity of use.
- ii. Corrosion inhibition ability of the chipping parts of the machine as a result of the toxic and moisture laden characteristics of cassava roots.
- iii. The magnitude of requisite force for slicing of cassava roots.
- iv. Shape and size regularities of the cassava chips.

The shaft diameter (30mm), pulley size (D1, 0.18m), belt length (0.98 m) and center distance (0.3 m), belt wrap (168°) and contact angle (12°), tensions on the belt (208 and 14 N), speed ratio (1:3) and power transmitted (1.1 kW) were determine from the generic equations presented in Khurmi and Gupta (2005) and Ndukwu and Onyenwigwe (2013). The load arrangements of the chipping machine are shown in Figure 1. The free body diagram shown in Figure (number 1) is the representation of the vertical forces acting on the shaft. To obtain the reactions at each bearing, moment is taken about the two expected bearing points independently. The total reaction on the bearing is given as follows

$$R_B + R_C = W_{cb} + W_p$$

Where; R_B = Reaction on bearing B, R_C = Reaction on bearing C, W_{cb} = Weight of cutting blade (3.92 N), W_p = Weight of pulley (10.79N). Taking moment about point B;

$$\sum M_B = 0$$

Therefore, resolving the forces

$$170 R_C + 70 W_{cb} - 230 W_p = 0$$

R_C was calculated as 12.98 N.

Also taking moment about point C

$$\sum M_C = 0$$

$$170 R_B - 240 W_{cb} + 60 W_p = 0$$

R_B was calculated as 1.73 N

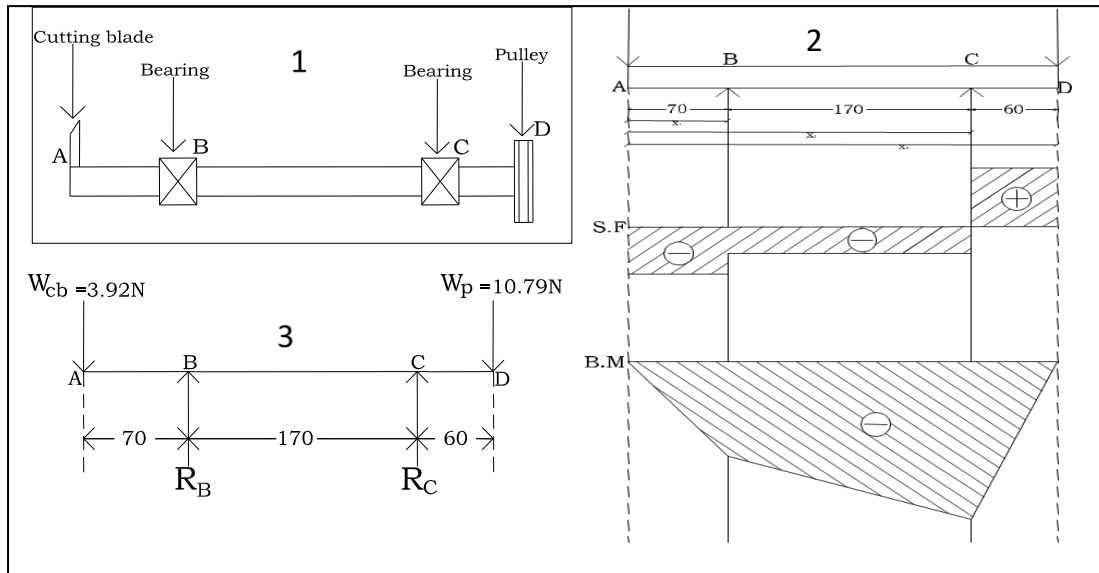


Figure 1. Load arrangement for the developed cassava tuber chipping machine (1) shaft, bearing, cutting blade and pulley assembly (2) Shear force (S.F) and bending moment (B.M) diagram (3) Moment about the bearing points.

Material Selection

The material used for the fabrication of the components of the cassava chipper and the cost of the materials is presented in Tables 1 and 2. The total cost of fabricating the cassava chipper is about \$ 82.00.

Table 1. Material selected for fabrication.

S/N	Component	Selected materials
1	Feeding chute	Mild steel sheet (16 gauge).
2	Pulley	Chilled cast iron
3	Chipping blade	Stainless steel
4	Shaft	Alloy steel rod ($\phi 25\text{mm}$)
5	Outlet chute	Mild steel sheet (16 gauge)
6	V-belt (A43)	Leather

Table 2. Materials and costs (6/2/2019).

S/N	Materials	Quantity	Unit Price (\$)	Amount (\$)
1	16-gauge mild steel metal sheet	½ full sheet	25.00	12.50
2	Shaft rod ($\phi 25\text{mm}$)	1	2.78	2.78
3	Electrodes	1 packet	3.33	3.33
4	Bearings ($\phi 25\text{mm}$)	2	1.39	2.78
5	Pulley	2	2.78	5.56
6	V-belt (A43)	1	1.39	1.39
7	Angular mild steel	1 length	5.56	5.56
8	Fasteners	½ dozen	0.83	0.83
9	Variable speed motor (5.5 HP/kW)	1	25.00	25
10	Paint	1 can	2.78	2.78
11	Labour	-	-	20.00
Total				82.00

Description and Principle of Operation of a Cassava Chipping Machine

Figure 2 shows the picture of the cassava chipping machine. It consists of a cuboid-shaped enclosed hopper with a feeding chute by the side. The feeding chute is provided by a guide by the sides. The feeding chute is designed to permit horizontal movement of tuber against the vertical rotary motion of the chipping blade for effective chipping. The cassava tuber is fed by the hand into the chipping chamber, where the rotating stainless chipping blade chips the cassava radially. The blade is powered by the 5.5 HP internal combustion petrol engine through the shaft, pulley and v-belt connections. The chipped cassava leaves the chipping chamber through the outlet chute where it is collected in a bag, tray or open basin. The entire components are housed in a frame made of angular iron. The designed machine requires one operator at a time due to its simplicity in design.

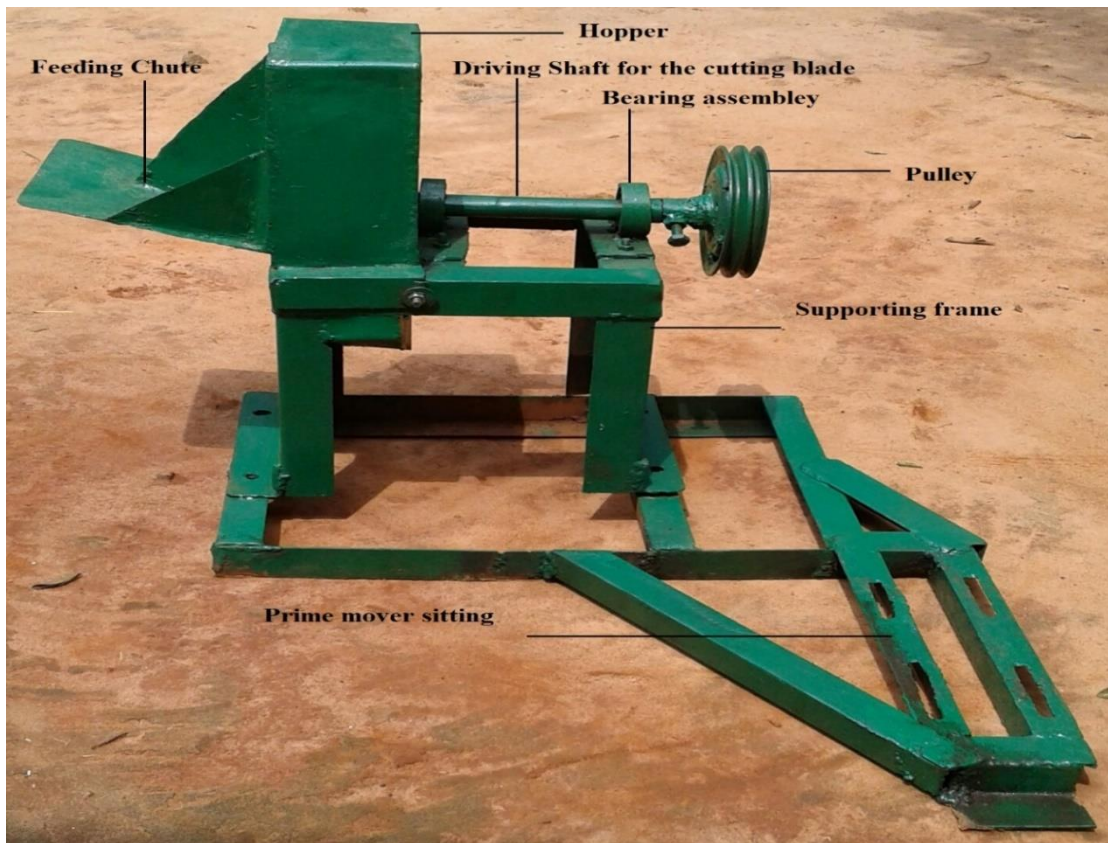


Figure 2. The picture of the cassava chipping machine

Performance Evaluation

The machine capacity, chipping efficiency, throughput capacity and feeding rate were computed using the following Equations (1) – (4) (Ndukwu and Asoegwu, 2010; Ndukwu and Asoegwu, 2011; Akintunde and Akintunde, 2001 Igboayaka *et al.*, 2018):

$$\text{Machine Capacity (M}_c\text{)} = \frac{W_f}{T} \tag{1}$$

$$\text{Chipping Efficiency } (\eta) = \frac{W_f}{W_p} \times 100\% \tag{2}$$

$$\text{Throughput capacity (TC)} = \frac{W_p}{T} \tag{3}$$

$$\text{Feeding Rate} = \frac{W_p}{t} \tag{4}$$

Where: W_p = weight of peeled cassava tubers (kg), W_f = weight of fine or normal chipped cassava (kg), T = total time taking during the chipping operation (h), t = the feeding time (h).

Experimental Evaluation Procedure

The developed cassava chipping machine was tested to appraise its performance based on chipping efficiency, throughput capacity, feeding rate and machine capacity. Freshly harvested cassava roots (*NICASS 25*) were peeled by manual means, washed and weighed using a weighing balance scale (NBT-A200, NANBEL) with a sensitivity of 0.01 g (Ndukwu *et al.*, 2019b). The chipping machine was powered with a 5.5 HP internal combustion (petrol) engine (model GX160). The variable speed for the evaluation was obtained by adjusting the choke of the internal combustion engine and the corresponding speed measured with a tachometer (RL-HM026A, Contempo views).

The various speeds of operations were measured, marked and recorded as 600, 550, 500, and 450 rpm, respectively. The chipping operation was performed at four different moisture contents of 68, 63, 58 and 52% wet basis, obtained by harvesting on a different day and sun drying. Preliminary evaluation of the chips showed with hand feeding of the cassava, the feeding rate was determined as $89 \pm 26.6 \text{ kg h}^{-1}$. The moisture content of the cassava roots was determined with a digital pin-type moisture meter. For each experiment, 2 kg of cassava root was weighed and manually hand-fed into the chipping chamber. The time of feeding and the total time of chipping was recorded respectively. Completely chipped, unchipped and chipped and damaged cassava was also separated, and their weight recorded. Thickness of completely chipped and undamaged chips were measured with a Veneer caliper (Axminster) and their means was recorded for analysis.

Data Analysis and Optimization

A 4-factor, 4-level experimental design was formulated to test the level of variation of obtained results. One-way ANOVA without repetition was used to test the level of significance amongst the mean at 95% (0.05) of obtained data using 2013 Microsoft Excel Software. Optimization was based on the desirability factor by minimizing the speed and keeping the moisture content in the range using response surface tools of Design Expert 12 software (Ndukwu *et al.*, 2019a; Nwakuba *et al.*, 2020; Uzoma *et al.*, 2020). The results were further analyzed with Restricted Maximum Likelihood (REML) analysis Kenward-Roger p-values and coefficient of determination and the significant level was at 5%.

RESULTS and DISCUSSION

Influence of Speed and Moisture Content on Chipping Size of Cassava Chips

Figure 3 demonstrates the consequence of machine speed on the chipped sizes of cassava chips. Interpreting the figure shows the colours of the mesh moves from red to yellow, green and blue which also indicates the decreasing order of values (Ndukwu *et al.*, 2019a). Therefore, the figure showed that at a higher speed, the sizes of cassava chips tend to reduce in thickness due to the high revolution of the cutting blade. When the speed is low, the size of chips tends to increase in thickness. There is the tendency of repeated chipping of already chipped cassava at high speed before it leaves the chipping chamber unlike at lower speed which might have resulted in lower chip thickness at a

higher speed. The average chipping size for the cassava at the four ranges of moisture ranged from 0.70 to 0.96 cm for chipping at 450 rpm, 0.57 to 0.86 cm for 500 rpm, 0.59 to 0.86 for 550 rpm and 0.56 to 0.80 for 600 rpm. Analysis of variance based on two factors without replication in Table 3 shows that speed has a significant ($P < 0.05$) effect on the chipping thickness of the chips. The implication is based on the utilization of the chips, increasing the speed will produce chips of smaller thickness while reducing the speed will increase the chip sizes.

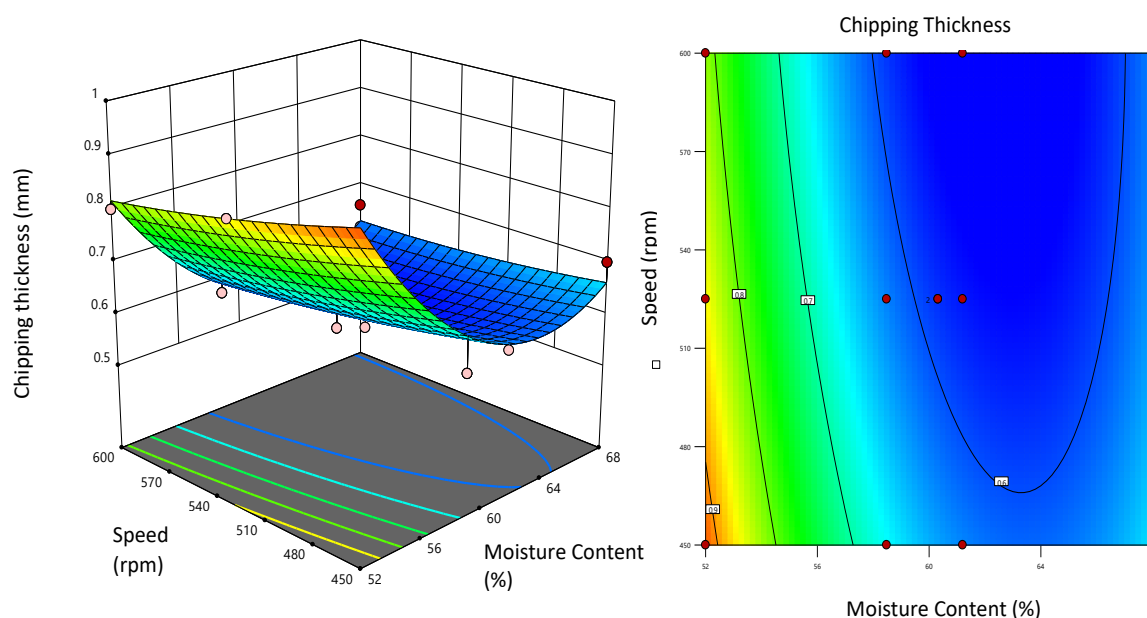


Figure 3. Influence of machine speed and moisture content on the chipped thickness of cassava chips.

Table 3. REML analysis Kenward-Roger p-values table for the interaction of chipping size at different moisture contents and chipping speeds.

Source	Term	Df	F-value	P-value	
Whole-plot		2	2.03	3.60	0.2145 ^{ns}
M-Moisture content		1	1.94	18.15	0.0536
M ²		1	2.08	17.67	0.0489*
Subplot		3	6.64	2.37	0.1613 ^{ns}
V-Speed		1	6.33	6.18	0.0454*
MV		1	6.33	0.7328	0.4232
V ²		1	7.30	0.1334	0.7253

* = significant, ns = not significant

Figure 3 also shows the effect of moisture content on the chipped sizes of cassava chips. The Figure showed that chip thickness was almost similar at a moisture content of 61-64% but increased at 52%. This shows the higher force require to chip at 52% and which might lead to irregular cutting of the cassava at lower moisture content. The average chipping size for the cassava at the four ranges of speed ranged from 0.6 to 0.7 cm for chipping at 68%, 0.6 to 0.64 cm for 64%, and 0.57 to 0.62 cm for 61% and 0.8 to 0.96 cm for 52%. Analysis of variance based on two factors without replication in Table 3 illustrates that moisture content has a substantial effect ($P < 0.05$) on the chipping

thickness of the chips. The response surface optimization of the chipping thickness based on the desirability factor gave an optimum chipping thickness of 0.618 at 450 rpm and moisture content of 65.27%.

Influence of Speed and Moisture Content on Chipping Efficiency

Figure 4 expresses the result of machine speed on the chipping efficiency of the cassava chipping equipment. The figure showed that the chipping efficiency increased as the chipping speed increases but reached its maximum value at 550 rpm before decreasing. Research has shown that the impact force is proportional to rotating speed (Ndukwu *et al.*, 2019a). Therefore, as the speed increases, the force of chipping increases. However due to the higher force, there is the tendency of an increase in the speed of the chips as it is chipped off from the cassava which might result in damaging the chips as they strike the inner walls of the chipping chamber. This might be the result of decreased efficiency obtained in 600 rpm as less mass of properly chipped cassava will be recovered, thus decreasing the efficiency. Also repeated chipping of already chipped cassava at a very high speed may damage the chips. The average chipping efficiency for the cassava at the four ranges of moisture ranged from 60 to 85% for chipping at 68% moisture content; 60 to 85% for 63%; 60 to 90% for 58%, and 60 to 75% for 52%. Analysis of variance based on two factors without replication (Table 4) shows that speed has a significant ($P < 0.05$) effect on the chipping efficiency of the chips. The efficiency is also altered due to the high rate of non-uniform production of cassava chips at a higher speed.

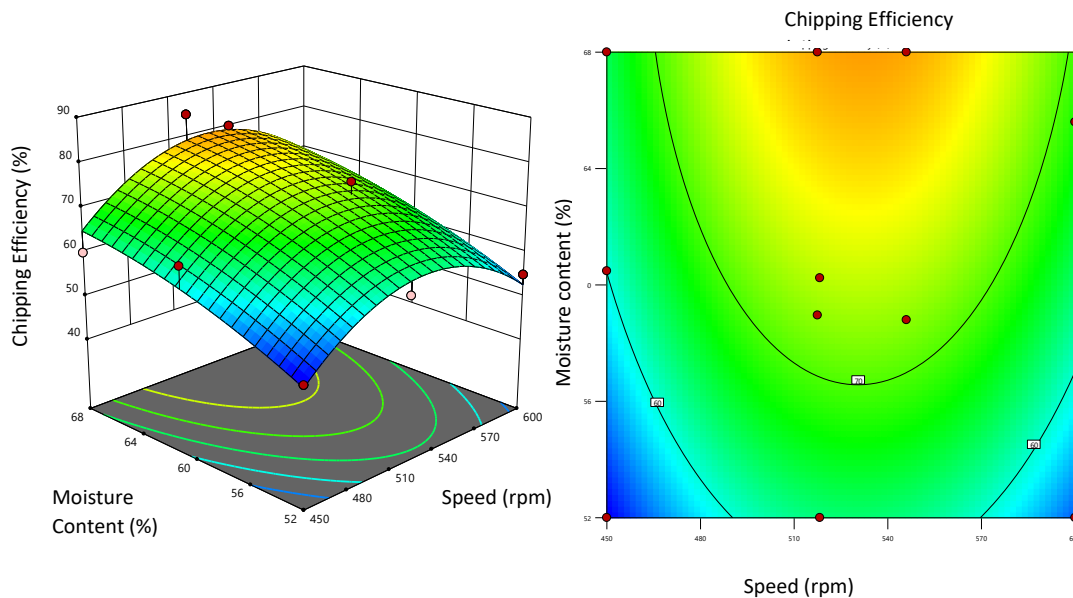


Figure 4. Influence of speed and moisture content on the chipping efficiency of the cassava chopper at the different moisture contents.

Table 4. REML Analysis Kenward-Roger P-values table for the interaction of chipping efficiency at different moisture contents and chipping speeds.

Source	Term Df	Error Df	F-value	P-value
Whole-plot	2	5.00	7.48	0.0314*
V-speed	1	5.00	0.6619	0.4529
V ²	1	5.00	12.84	0.0158*
Subplot	3	5.00	5.11	0.0554 ^{ns}
M-moisture content	1	5.00	14.95	0.0118*
VM	1	5.00	0.0103	0.9231
M ²	1	5.00	0.4631	0.5264

* = significant ^{ns} = not significant

Figure 4 also shows the impact of moisture content on the chipping efficiency of the cassava chipping machine. The figure showed that the chipping efficiency was almost constant at the same speed for the moisture constants with the exception of chipping at 550 rpm. The average chipping efficiency for the cassava at the four ranges of speed was 60 to 65% for chipping at 450 rpm; 70 to 85% for 500 rpm; 75 to 90% for 550 rpm, and 60 to 65% for 600 rpm. Analysis of variance based on two factors without replication (Table 4) indicates that moisture content had no substantial effect (P<0.05) on the chipping efficiency of the system. However, the influence of moisture content and speed on chipping efficiency (η) at the optimum value obtained is expressed in Equation (5) below with an R² value of 0.876

$$\eta = 2.29V + 5.23M + 0.005MV - 0.0022V^2 - 0.037M^2 - 722.38 \tag{5}$$

The response surface optimization of the chipping efficiency based on the desirability factor gave an optimum chipping efficiency of 79.57% at 533 rpm and moisture content of 68%.

Effect of Speed and Moisture Content on Throughput Capacity and Machine Capacity

Figures 5 and 6 show the effect of speed on the cassava chipping machine throughput capacity and machine capacity respectively. The throughput capacity is defined as the ratio of the total weight of cassava fed into the machine to the total time taken to completely chip the fed cassava while the machine capacity, in this case, is defined as the weight of properly chipped cassava chips produced to the total time for complete chipping. Both results showed that the machine capacity and throughput capacity increased with an increase in speed due to reduced time taken to chip at a higher speed. The average throughput of the machine at the four ranges of speeds was 49 to 80 kg h⁻¹ for chipping at 450 rpm; 54 to 91 kg h⁻¹ at 500 rpm; 63 to 100 kg h⁻¹ at 550 rpm; and 80 to 118 kg h⁻¹ at 600 rpm. Also, for the machine capacity the average values obtained were 44 to 64 kg h⁻¹ for 450 rpm, 51 to 82 kg h⁻¹ at 500 rpm; 63 to 95 kg h⁻¹ at 550 rpm; and 76 to 100 kg/h at 600 rpm. The value of machine capacity was in most cases lower than the throughput capacity because not all the cassava fed into the machine was properly chipped. However, the lower variation between the two parameters accounted for higher machine efficiency achieved. Analyses of variance based on two factors without replication (Table 5 and 6) show machine speed has significant (P<0.05) effect on both throughput capacity and machine capacity of the chips.

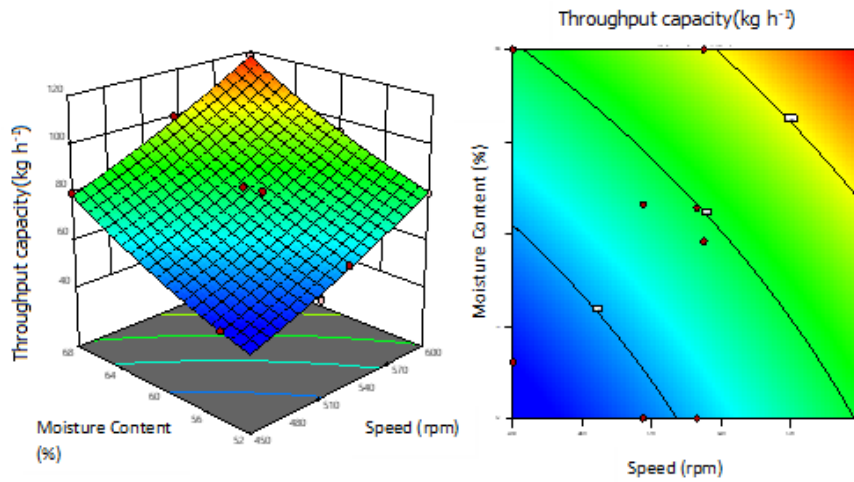


Figure 5. Impact of speeds and moisture contents on the throughput capacity of the cassava chipper.

Table 5. REML (Restricted Maximum Likelihood) analysis Kenward-Roger p-values ($R^2 = 0.9989$)

Source	Term	Df	Error Df	F-value	P-value
Whole-plot		2	1.96	49.49	0.0210*
V-speed		1	1.95	100.96	0.0106
V ²		1	1.97	0.5919	0.5231
Subplot		3	3.02	858.62	< 0.0001*
M-moisture content		1	3.06	2506.54	< 0.0001
VM		1	3.00	3.81	0.1459 ^{ns}
M ²		1	3.00	28.74	0.0127

* = significant, ^{ns} = not significant

Table 6. ANOVA Table for the interaction of machine capacity at different moisture content and chipping speed.

Summary	Count	Sum	Average	Variance		
Analysis of variance						
Source of Variation	SS	Df	MS	F	P-value	F crit
Rows	2425.25	3	808.4167	68.47765	1.62E-06	3.862548
Columns	1502.25	3	500.75	42.41647	1.23E-05	3.862548
Error	106.25	9	11.80556			
Total	4033.75	15				

$$TC = 0.003V^2 - 0.13V - 3.72M + 0.001MV + 0.046M^2 + 87.49 \tag{6}$$

The optimization of the above results shows that optimal throughput of 118 kg h⁻¹ was obtained at a speed of 600 rpm and 68% moisture content.

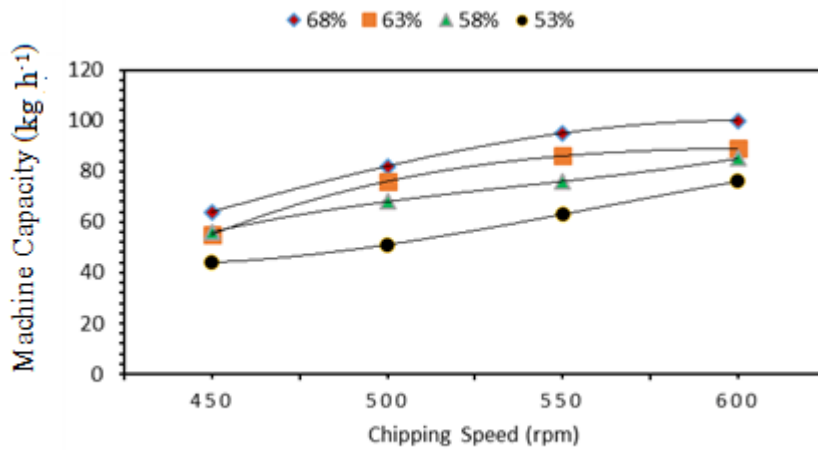


Figure 6. Effect of speed on the machine capacity at different moisture contents.

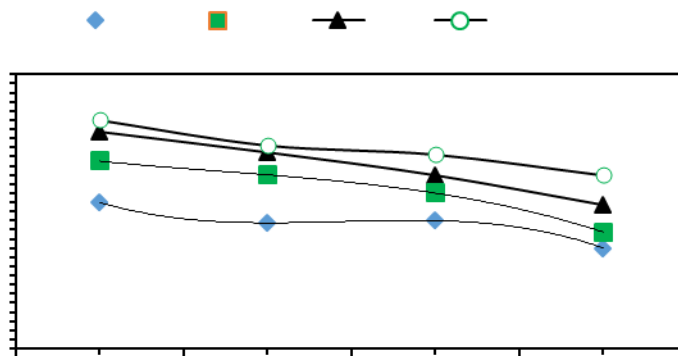


Figure 7. Effect of moisture content on the machine capacities at different speeds.

CONCLUSION

A motorized cassava tuber chipping machine has been designed, constructed and tested. The cassava initial moisture content affected the chipping size, machine capacity and throughput capacity and chipping efficiency within the tested moisture content. The machine speed affected the chipping size, chipping efficiency, machine and throughput capacity. The average chipping size for the cassava chips at the four ranges of moisture content, speeds and constant feed rate of $89 \pm 26.6 \text{ kg h}^{-1}$ ranged from 0.56 to 0.96 cm. The average chipping efficiency ranged from 60 to 90% while the throughput capacities of the machine ranged from 49 to 118 kg h^{-1} . Also, for the machine capacity the average values obtained were 44 to 100 kg h^{-1} . Optimum equations obtained for chipping efficiency and throughput capacity can be applied in the evaluation of similar machine. Low cost of the machine makes the machine affordable for farmers in Africa with low income per capita.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The authors have declared no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

The authors declared that the following contributions are correct.

Macmanus Ndukwu: Conceptualization of idea, methodology, design of experiment, review and editing of manuscript, data analysis, validation, & visualization.

Gabriel Afam: Writing of original manuscript draft, data collation, formal analysis, investigation, validation.

Nnaemeka Nwakuba: Methodology, formal analysis, validation, review and editing of manuscript.

REFERENCES

- Adejumo AO, Oradugba OB, Ilori TA and Adenekan MO (2001). Development and evaluation of a cassava chipping machine. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 3: 12-19.
<https://www.academia.edu/23763964>.
- Adeyemi TD, Adegbulugbe TA and Balogun EA (2005). Performance evaluation of modified cassava chipping machine, *Journal of Raw Materials Research*, 2 (2): 103 – 117.
- Ajibola GA, Mankanjuola G and Almazan AN (2007) Effect of processing factors on the quality of gari produced by steam gelatinization technique, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 36: 97-100.
- Akintunde BO and Akintunde TY (2001). *Design and construction of a motorized chipping machine*, Proceeding of the International Conference and Annual General Meeting of the Nigeria Institute of Agricultural Engineers (NIAE), 23: 10-14. Enugu. World Rural Observations.
<http://www.sciencepub.net/rural> 47.
- Anuebunwa FOC, Ezedinma C, Asomugha GN and Nnodu EC (2008). Research report on the extent of adoption of NRCRI development technology, cassava varieties; NR 8083 and TMS in Anambra and Delta States of Nigeria Submitted to NARP Management Abuja, NRCRI, Umudike.
- Balagopalan C, Padmaja G, Nanda SK and Moorthy SN (2008). Cassava in food, feed and industry. *CRC Press*, 1998.
- Bolaji BO, Adejuyigbe SB and Ayodeji SP (2008). *Performance Evaluation of a Locally Developed Cassava Chipping Machine*. *South African Journal of Industrial Engineering*, 19 (1): 169-178. DOI: 10.7166/19-1-113.
- FAO (2006). A cassava industrial revolution in Nigeria, FAO Corporate Government Repository, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Francisco DRU (2004). The determinants of farms growth. *“An Empirical Examination”*. Series Documents of Trabajo, p. 3-5.
- Igboayaka EC, Ndukwu MC and Ernest IC (2018). A modelling approach for determining the throughput capacity and energy consumption of a cassava tuber shredder. *Journal of the Chinese Advanced Materials Society*, 6 (4): 801-816, DOI: 10.1080/22243682.2018.1555678.
- IITA (2011). International institute of tropical agriculture. Annual report p. 34-38.
- IITA (2012). International institute of tropical agriculture. An annual report on cassava production p.4-6.
- Ikugbayigbe O (2012). Cassava Production in Nigeria: Need for Government Assistance, Sunday Sketch in IITA in the Weeds Jan- June 2012.
- Khurmi RS and Gupta JK (2005). A textbook of machine design, SI units. *Eurasia Publishing House (PVT) limited*, 2005.
- Ndunguru GT, Kamuntu SP and Gidamis AB (2009): *Effect of deterioration of fresh cassava roots marketed in Morogoro municipal markets on prices*. In: Proceedings of the fourth annual research scientific conference of the Faculty of Agriculture, Morogoro Tanzania, 17th-19th November 2009. pp. 272-279.
- Ndukwu MC and Asoegwu SN (2010). Functional performance of a vertical-shaft centrifugal palm nutcracker. *Research in Agricultural Engineering*, 56: 77–83.
- Ndukwu MC, Asoegwu SN (2011). A mathematical model for predicting the cracking efficiency of vertical-shaft centrifugal palm nutcracker. *Research in Agricultural Engineering*, 57: 110-115.

- Ndukwu MC, Onyenwigwe D (2013). Development of a motorized parboiled cassava tuber shredding machine *Nigerian Journal of Technology*, 30: 1–6.
- Ndukwu MC, Asoegwu SN and Ahaneku IE (2018). Status of research on agricultural machinery development in Nigeria: A case study of cassava tuber processing machineries. *Agricultural mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 49 (2): 150- 155.
- Ndukwu MC, Ekop IE, Etim PJ, Ohakwe CN, Ezejiolor NR, Onwude DI, Abam FI, Igboayaka EC and Ohia A (2019a). Response surface optimization of Bambara nut kernel yield as affected by the speed of rotation, and impeller configurations. *Scientific African*, 6 (2019) e00174.
- Ndukwu MC, Ohia1 A, Anozie O (2019b). Influence of moisture content and compression axis on mechanical, physical, and phytochemicals properties of Akuamma (*Picralima nitida*) fruits and seeds. *J. Inst. Eng. India Ser. A* (September 2019) 100(3):417–426.
<https://doi.org/10.1007/s40030-019-00375-x>
- Nwakuba NR, Chukwuezie OC, Asonye GU and Asoegwu SN (2020). Influence of process parameters on the energy requirements and dried sliced tomato quality. *Engineering Reports*, 2020; e12123.
<https://doi.org/10.1002/eng2.12123>.
- Silayo VC, Balegu K, Mpagalile WR and Laswai HS (2007). *Participatory evaluation and improvement of cassava and sweet potato processing machines for the Eastern zone of Tanzania*. Proceedings of the 13th ISTRC Symposium, pp. 672 – 681.
- Uzoma S, Nwakuba NR and Anyaoha KE (2020). Response surface optimization of convective air drying process in a hybrid pv/t solar dryer. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 1 (1): 111-130.



Sodyum Aljinat Kaplama Uygulamalarının Az İşlem Görmüş Elma Kalitesine Etkileri

Şeyda KARAGÖZ ^{1a*} Aslıhan DEMİRDÖVEN ^{1b}

^aGıda Teknolojisi Bölümü, Zile Meslek Yüksekokulu, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Zile, Tokat, TÜRKİYE

^bGıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, TÜRKİYE

(*): Corresponding author, seydakaragoz@gop.edu.tr; Tel: +90-356-2521616 (2899)

ÖZET

Bu çalışmada, Amasya çeşidi elma küplerinin sodyum aljinat (SA) ve stevia kombinasyonları (SAS) içeren çözeltiler ile kaplanması ve modifiye atmosferde (MAP) depolanması sonucu meydana gelen bazı fiziksel ve kimyasal kalite değişimleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda; 3 gün depolanan kaplanmış ve kaplanmamış örneklerde (K) ağırlık kaybı gözlenmemiştir. Solunum hızı verileri incelendiğinde K, SA ve SAS örnekleri için sırasıyla oksijen tüketimi 82.95; 26.53 ve 230.56 ml kgs⁻¹. (24sa), karbondioksit üretimi 193.55; 25.21 ve 157.00 ml kgs⁻¹ (24sa) olarak tespit edilmiştir. Depolama başlangıcında titrasyon asitliği değerleri K, SA ve SAS örnekleri için sırasıyla %0.055, %0.118 ve %0.125 ve meyve sertliği değerleri sırasıyla 2.458, 1.665 ve 1.430 N olarak belirlenmiştir. K, SA ve SAS örnekleri için 0.gün/3. gün *L** değerleri; 79.84/67.50;77.64/65.65 ve 69.46/42.94, *a** değerleri, -1.44/4.04;-3.15/3.94 ve -3.04/18.63 ve *b** değerleri 16.66/35.85;19.23/54.01 ve 28.01/46.68 olarak ölçülmüştür. Ayrıca, SA'nın yapışkanimsi özellik katması ve stevia'nın otsu kokusu ve tadı nedeniyle aljinat ve stevia kombinasyonu film kaplı örnekler duysal olarak kabul görmemiştir. Sonuç olarak kaplama uygulamalarının solunum hızını azalttığı, titrasyon asitliği değerini arttırdığı ve doku değerini azalttığı belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 29.06.2020

Kabul tarihi: 27.08.2020

Anahtar Kelimeler:

- Elma,
- Raf ömrü,
- Sodyum aljinat,
- Stevia,
- Yenilebilir film

Alıntı için: Karagöz Ş, Demirdöven A (2020). Sodyum Aljinat Kaplama Uygulamalarının Az İşlem Görmüş Elma Kalitesine Etkileri. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 296-310. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.007>

Effects of Sodium Alginate Coatings on Quality of Fresh-Cut Apples

ABSTRACT

In this study, some physical and chemical quality changes that occurred as a result of coating Amasya variety apple cubes with solutions containing sodium alginate (SA) and stevia combinations (SAS), and storage in modified atmosphere (MAP) were investigated. As a result of the research, no weight loss was observed in the coated and uncoated samples (K) stored for 3 days. When respiratory rate data are analyzed, oxygen consumption for K, SA and SAS samples has been determined as 82.95, 26.53 and 230.56 ml kgs⁻¹ (24h) and the carbon dioxide production was 193.55, 25.21 and 157.00 ml kgs⁻¹ (24h), respectively. Titration acidity values at the beginning of storage were determined as 0.055%, 0.1118% and 0,125% for K, SA and SAS samples, and fruit hardness values determined as 2.458, 1.665 and 1.430 N, respectively. The 0th/3rd day *L** values for K, SA and SAS samples were measured as 79.84/67.50, 77.64/65.65 and 69.46/42.94, *a** values as -1.44/4.04, -3.15/3.94 and -3.04/18.63, and *b** values as 16.66/35.85, 19.23/54.01 and 28.01/46.68. Due to the adherent feature of SA and the herbaceous smell and taste of stevia, coated samples with the combination of alginate and stevia were not acceptable as sensory. As a result, it has been determined that coating applications decrease respiration rate, increase titration acidity value and decrease hardness value.

RESEARCH ARTICLE

Received: 29.06.2020

Accepted: 27.08.2020

Keywords:

- Apple,
- Shelf life,
- Sodium alginate,
- Stevia,
- Edible film

To cite: Karagöz Ş, Demirdöven A (2020). Effects of Sodium Alginate Coatings on Quality of Fresh-Cut Apples. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 296-310. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.007>

GİRİŞ

Toplumların hazır gıdalara olan ilgisi; kadınların çalışma hayatına başlaması, insanların trafikte fazla zaman geçirmesi, iş hayatındaki yoğun tempo gibi nedenlerden dolayı giderek artmaktadır. Bu nedenle gıda sektöründeki birçok firma ve bilim insanları çalışmalarını tüketimi hazır olan gıdalara yönlendirmiştir. Bu yönelim doğrultusunda yapılan çalışmalar özellikle bazı meyve ve sebzelerin parçalanması/kesilmesi işleminde polifenol oksidaz enziminin fenolik bileşiklerle teması sonrasında meydana gelen enzimatik esmerleşme üzerine yapılmaktadır. Oluşan bu problemin çözülmesinde; ısı işlem uygulamaları (haşlama, pastörizasyon, ohmik ısıtma vb.), enzimatik esmerleşme karşıtı kimyasal ajanların kullanımı (antioksidanlar), ışınlama uygulamaları ve çeşitli alternatif yöntemler (mikrodalga, vurgulu elektrik alan, yüksek basınç uygulaması vb) kullanılmaktadır. Ancak bu uygulamaların çoğu taze meyvelerde dokusal zarar oluşturduğu için kullanılmamaktadır (Yılmaz ve Elmacı, 2018; Karagöz, 2018).

Yenilebilir filmlerin kullanımı ile bu noktada birçok avantaj elde edilmektedir. Yenilebilir filmler meyveyi dışarıdan bir film gibi sararak meyvenin oksijen ile temasını kesmekte ve polifenol oksidaz enziminin faaliyetini yavaşlatmaktadır. Bununla birlikte

formülasyona eklenen antioksidan ajanın meyveye difüze olmasını yavaşlatmakta ve daha uzun bir süre oksijene karşı koruma sağlamaktadır. Ancak her film ya da formülasyon her ürün için aynı özellik göstermemektedir. Bu nedenle araştırmacılar tarafından farklı formülasyonlarda ve farklı meyveler için kaplama çalışmaları yapılmaktadır. Bu noktada avantajlı olacağı düşünülen sodyuma aljinat yenilebilir film olarak çalışmada tercih edilmiştir (Karagöz, 2018).

Bir polisakarit olan sodyum aljinat, iyi koloidal özellikleri ve sulu çözeltilerde güçlü jel oluşturabilme kabiliyeti nedeniyle başta gıda, ilaç ve kozmetik endüstrisi olmak üzere birçok alanda değerlendirilmeye başlanmıştır (Chen ve ark., 2016). Sodyum aljinatlar sert moleküler zincir ve iyi bir film oluşturabilme özelliğine sahiptir (Siddaramaiah ve ark., 2008). Bu nedenle et, balık ve meyvelerin dehidrasyonunu sınırlamak için yenilebilir film olarak veya kapsülleme ajanı olarak da kullanılabilir (Pop ve ark., 2015). Öte yandan toksik olmaması, biyobozunur, biyoyumlu ve düşük maliyetli olması nedeniyle film üretiminde önemli bir bileşen olarak görülmektedir (Tavassoli-Kafrani ve ark., 2016).

Sodyum aljinat bazlı filmler kavun, papaya ve az işlem görmüş elmalarda dokuyu geliştirmekte, su kaybını azaltmakta, fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve antioksidan özellikleri korumaktadır (Olivas ve ark., 2007; Oms-Oliu ve ark., 2008a; Tapia ve ark., 2008). Sodyum aljinat bazlı filmler antioksidan, antimikrobiyal renklendiriciler gibi çeşitli katkı maddelerin taşıyıcısı da olabilmektedir (Rössle ve ark., 2011). Bundan yola çıkarak bu çalışmada sodyum aljinat çözeltilisine antioksidan özelliği nedeniyle askorbik asit ilave edilmiştir. Ayrıca birçok çalışmada tatlandırıcı, antioksidan ve antimikrobiyal vb. özellik gösterdiği belirtilen stevia bitkisi kullanılmıştır.

Stevia rebaudiana bitkisi Güney Amerika orijinli ekstraktları kalorisiz, doğal bir tatlandırıcı olarak yıllardır Japonya, Çin, Kore ve Brezilya başta olmak üzere birçok ülkede kullanılmaktadır (Gantait ve ark., 2015). *Stevia rebaudiana*, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip olan fenolik bileşikler, C vitaminini, karotenoidler ve klorofilleri yüksek miktarda içermektedir (Barba ve ark., 2015).

Bu çalışmanın diğer birçok çalışmadan farkı taze kesilmiş Amasya çeşidi elmalara uygulanmasıyla birlikte, kaplanmış elmaların modifiye atmosfer koşullarında depolanmasıdır. Amasya elma çeşidi diğer elma çeşitlerine göre çok daha fazla enzimatik esmerleşme göstermektedir. Bu elma çeşidindeki enzimatik esmerleşmenin durdurulması ile soydum aljinat yenilebilir filminin diğer elma çeşitlerinde de kullanımı mümkün olabilecektir. Yenilebilir film ve modifiye atmosferde paketlenme uygulamalarının birlikte kullanılması üzerine yapılan çalışmalar sınırlıdır. Modifiye atmosferde paketlenme; ambalajdaki normal gaz atmosferinin tepe boşluğuna verilen gaz ile optimum koşullara en yakın olacak şekilde değiştirildiği ve böylece ambalajlı ürünün raf ömrünün uzatılmasının amaçlandığı bir metot olarak tanımlanabilmektedir (Fişekçi, 2013, Karagöz, 2018).

Bu çalışmada az işlem görmüş Amasya çeşidi elmanın (Amasya misketi) sodyum aljinat yenilebilir filmi ve stevia içeren kombinasyonları ile kaplanması ve bunların pasif modifiye atmosferde paketlenme (MAP) koşullarında depolanması ile meydana gelen bazı kalite değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal: Çalışmada Amasya çeşidi elma kullanılmıştır. Kaplama çözeltisinin oluşturulmasında materyal olarak orta viskoziteli sodyum aljinat (2.000 cp, %2, Sigma), gliserol (Sigma-Aldrich, Almanya), askorbik asit (1.65 g/cm³, E300, Tito, Çin) ve yerel bir aktardan temin edilen (Tokat, Türkiye) kurutulmuş stevia yaprakları kullanılmıştır. MAP uygulaması için polipropilen (PP-30 µm) ambalaj materyali tercih edilmiştir.

Sodyum aljinat ve sodyum aljinat–stevia film formülasyonu: Sodyum aljinat içeren kaplama çözeltisi üretimi için %1.25 (a/h) sodyum aljinat kullanılmıştır. Ayrıca %10 (h/h) gliserol (plastikleştirici) ve %2 askorbik asit (antioksidan ajan) ilave edilmiştir (kaplama çözeltisinin hazırlanmasına ait deyatlı bilgi Karagöz (2018)'den bu oranlar ön denemelerle belirlenmiştir.). Hazırlanan çözelti bir saat boyunca 45 °C'de homojenize edilmiş, ultrasonik banyoya (Elmasonic S 100 (H), Elma, Almanya) konularak 30 dakika boyunca kaplama çözeltisi içindeki O₂ miktarını azaltmak amacıyla degaz işlemine tabi tutulmuştur (Chiabrando ve Giacalone, 2016). SAS kaplama çözeltisi üretimi için ise yukarıda belirtilen oranlara ek olarak konsantrasyonu %2.5 olacak şekilde stevia özütü eklenmiştir. Özüt, 8.33 g *Stevia rebaudiana* kuru yaprakları üzerine 100 °C 'deki 100 ml saf suyun eklenmesi ve 30 dakika bekletilmesi ile elde edilmiştir. Bu oran daha önce yapılan çalışmalarda en iyi antimikrobiyal etkiyi göstermesi nedeniyle seçilmiştir (Carbonell-Capella ve ark., 2015).

Yenilebilir filmlerin elma dilimlerine uygulanması: Elmalar işlem öncesi musluk suyu ile yıkanmış, kurulanmış ve küp (1.8x1.8x1.8 cm³) şeklinde kesilmiştir. Ardından elmalar enzimatik esmerleşme göstermeden hızlı bir şekilde kaplama çözeltisine daldırılmış (oda sıcaklığı) ve 30 dakika bekletilmiştir. Çözeltiden çıkarılan elmalar 20 dakika delikli levha üzerinde süzölmüş ve 120 dakika oda şartlarındaki etüvde (25±2 °C, Memmert 100-800, Schwabach, Germany) kurutulmuştur. Sonrasında pasif MAP koşullarını sağlamak için, kaplanmamış ve kaplanmış elmalar uygun boyutlarda (20x30 cm²) ambalaj (PP) içerisine yerleştirilerek ısı yapıştırıcı ile kapatılmış (Packtech, impulse sealer FS 400 for PP/PE), 3 gün süreyle pasif MAP koşullarında (başlangıç gaz kompozisyonu: %21 O₂, %0.03 CO₂ ve diğer gazlar) 1±1 °C'de %80-90 bağıl nemde depolanmıştır (Capri, CSS 501, 1.38 m³ ±2, Türkiye).

Analiz Yöntemleri

Solunum hızı: Gaz ölçümleri Gaspac 2 marka (İngiltere) gaz analizatörü kullanılarak yapılmıştır. Kontrol örneği ve kaplanmış örneklerden 1'er kg örnek alınarak 5 litrelik kavanozlara yerleştirilen örneklerde 24 saat sonundaki %O₂ ve %CO₂ konsantrasyonları ölçülmüş ve bu değerler kullanılarak solunum hızları hesaplanmıştır (1, 2) (Demirdöven, 2003).

$$\text{Solunum hızı, ml O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{sa}^{-1} = (A - B) * V/100 \quad (1)$$

$$\text{Solunum hızı, ml CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{sa}^{-1} = C * V/100 \quad (2)$$

A: Başlangıç O₂ konsantrasyonu, %; B: Son O₂ konsantrasyonu, %; C: Son CO₂ konsantrasyonu, %; V: Kavanozdaki havanın hacmi, ml

Titrasyon asitliği: Homojenize edilmiş 15 g elma örneği, 150 ml'lik erlene konarak üzeri sıcak su ile tamamlanmış, ağzı kapalı olarak 2 saat bekletilmiştir. Bekletme sonrası filtreden geçirilmiştir. Hazırlanan örnek, seyreltme faktörü dikkate alınarak % malik asit (g/100 g meyve) cinsinden hesaplanmıştır (Stevens ve ark., 1979).

Ağırlık kaybı (%): Ağırlık kaybı elmaların başlangıç ve raf ömrü sonundaki tartımları yapılarak % olarak ifade edilmiştir (Tokatlı, 2016).

Doku değeri: Elmalar dikey boyutundan 10 mm delmek için gereken maksimum kuvvet Newton cinsinden ölçülerek belirlenmiştir. Ölçümde, 10 mm çapında paslanmaz çelik başlığa sahip Zwick Z 0.5 (USA) model test cihazı kullanılmıştır (Anonim, 2002).

Meyve eti rengi değişimleri: Elmalarda meyve eti rengi meyve kabuğu içermeyen yüzeyde, Minolta renk ölçüm cihazı (Chroma meter, CR-300, Japonya) beyaz ve siyah standart bir plakada kalibre edildikten sonra, Hunter CIE Lab renk ölçüm parametreleri ile L^* (parlaklık), a^* (kırmızı/yeşil), b^* (sarı/mavi) değerleri elma üzerinde üç farklı noktada ölçülerek belirlenmiştir (Anonim, 1991).

L^* parlaklık/aydınlık değeri 0'a yaklaştıkça koyu (siyah), 100'e yaklaştıkça açık (beyaz); a^* değeri + ise kırmızı, - ise yeşil; b^* değeri + ise sarı, - ise mavi koordinatlarını göstermektedir (Anonim, 1996). Ayrıca kırmızılık ve sarılık değerlerini birlikte ele alan ve metrik renk kroması olarak tanımlanan ΔC değeri, rengin doyunluğunu (yoğunluk) göstermekte ve canlı renklerde yüksek, donuk renklerde düşük görülmektedir. Renk tonu ölçüsü olan Hue açısı (α) değeri bir renk dairesi olarak tanımlanmakta ve kırmızı, sarı, yeşil ve mavi renkleri 0° , 90° , 180° ve 270° açılarda konumlanmaktadır (McGuire, 1992; Luo, 2006; İzli ve Polat, 2016). ΔE değeri ise toplam renk değişimini ifade etmektedir.

Analiz sonrası belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak ΔE , ΔC ve Hue açısı değerleri hesaplanmıştır (3, 4, 5) (hesaplamalar için kontrol örneğinin 0. gün L^* , a^* ve b^* değerleri dikkate alınmıştır).

$$\Delta E = [(L^* - L_{ref}^*)^2 + (a^* - a_{ref}^*)^2 + (b^* - b_{ref}^*)^2]^{1/2} \quad (3)$$

$$\Delta C = [(a^* - a_{ref}^*)^2 + (b^* - b_{ref}^*)^2]^{1/2} \quad (4)$$

$$\text{Hue açısı} = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (5)$$

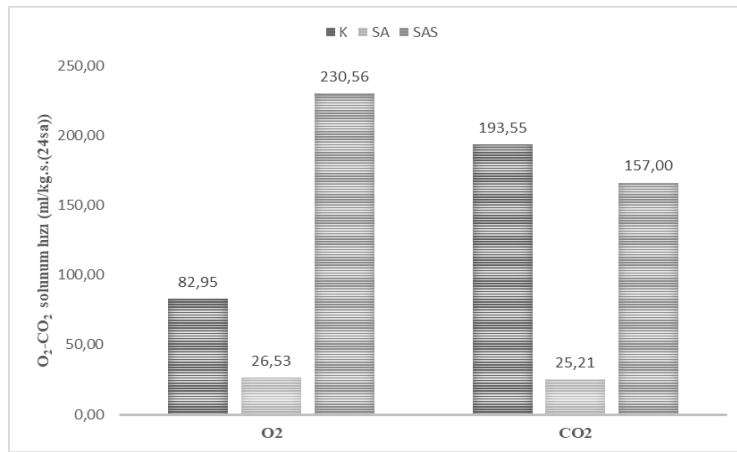
Duyusal analiz: Örnekler tatlılık, ekşilik, elma aroması, gevreklik, sertlik ve kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Duyusal analiz, 9 panelist tarafından her bir özellik için 0-5 puan üzerinden grafik skala kullanılarak yapılmıştır. Söz konusu skalada panelist tarafından işaretlenen bölümün ortalama değerleri baz alınmıştır (Altuğ ve Elmacı, 2005).

İstatistiksel analiz: İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 16 paket programı kullanılarak yürütülmüştür. Uygulamaya ait farklılıklar, örnek grupları ile depolama süresi-örnek grupları interaksyonları ait karşılaştırmalar, ilişkili örneklemeler için "tek faktör Anova (One-Way Anova for Repeated Measures)" analizine göre değerlendirilmiştir. Ortalama değerler %95 güven düzeyinde "Tukey" çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (Tokatlı, 2016).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Solunum hızı

Örneklerin solunum hızlarına ait veriler Şekil 1’de verilmiştir. Örnekler arasındaki oksijen tüketimi en fazla SAS örneğinde ve karbondioksit üretimi en fazla K örneğinde görülmüştür ($P \leq 0.05$). Üç grubun 24 saat sonundaki O_2 tüketimi K, SA, SAS için sırasıyla; 82.95, 26.53, 230.56 ml kg^{-1} (24h), CO_2 üretimi K, SA, SAS için sırasıyla; 193.55, 25.2 ve 157 ml kg^{-1} (24h) olarak bulgulanmıştır. Verilerde görüldüğü üzere sodyum aljinat film çözeltisi ve stevia içeren kombinasyonları solunum hızını azaltmıştır. Karagöz ve Demirdöven (2019) kitosan ve stevia kombinasyonlarının taze kesilmiş Amasya elması üzerinde yaptığı çalışmada da benzer sonuçlar elde etmiştir. Ancak her iki çalışma değerlendirildiğinde stevianın farklı film bileşenleri için farklı tepkimeler gösterdiği anlaşılmaktadır. Stevia, kitosan ile kullanıldığında solunum hızını daha da yavaşlatırken sodyum aljinat ile kullanıldığında sodyum aljinata göre solunum hızını arttırmıştır.



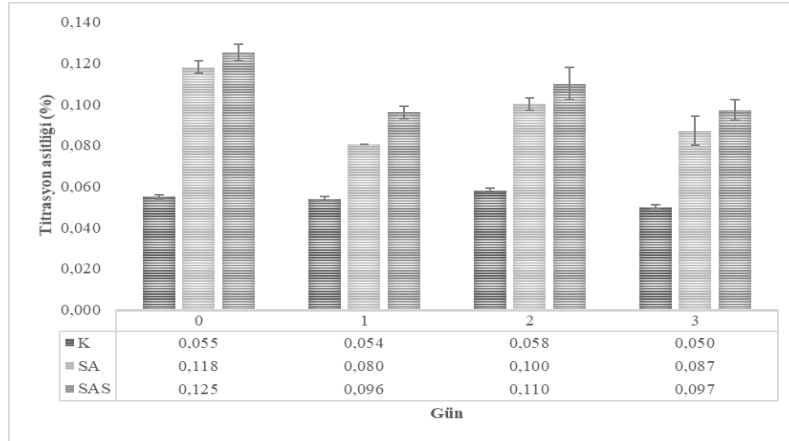
Şekil 1. Örneklerinin solunum hızı değerleri K (Kontrol), SA (Sodyum aljinat), SAS (Sodyum aljinat-stevia)

Figure 1. Respiration rates of samples; C (Control), SA (Sodium alginate), SAS (Sodium alginate-stevia)

Bir ürünün solunum hızı, birim ağırlığın birim zaman içinde solunum sonucu ürettiği CO_2 veya solunumda kullandığı O_2 'in miktarıdır. Bu nedenle solunum hızı ile ürünün metabolizma hızı anlaşılabilir (Batu ve Demirdöven, 2010). Meyve ve sebzelerin solunum hızları ile raf ömürleri arasındaki ilişki esas alındığında, bir ürünün solunum hızı ne kadar yüksekse depolanma ömrü de o kadar kısalmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2001). Bununla birlikte yenilebilir kaplamalar oksijen, karbondioksit, nem ve katı maddelerin hareketine karşı yarı geçirgen bir yapı sağlayarak, solunum hızını, su kaybını ve oksidatif reaksiyonları azaltmaktadırlar (Baldwin ve ark., 1995; Perez-Gago ve ark., 2010; Öz ve Süfer, 2012). Bu çalışmada gaz ölçümü verilerinde görüldüğü üzere, film kaplama solunum hızını etkilemiş olup stevia, karbondioksit üretim hızını sodyum aljinat kaplamaya göre arttırmıştır. Bununla ilgili olarak yapılan bir başka çalışmada, Ficus hirta meyve ekstraktı içeren ve içermeyen %1.5 SA yenilebilir kaplamalar ile Nanfeng mandalinalarını kaplamışlardır. Araştırmacılar Ficus hirta+SA kaplı örneklerin solunum hızını kontrol örneğine göre çok daha düşük bulmuştur (Chen ve ark., 2016).

Titrasyon Asitliği

Sodyum aljinat ve sodyum aljinat+stevia kaplı örneklerin titrasyon asitliği değerleri kontrol örneği değerlerine göre yüksek bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Bununla ilgili olarak yapılan bir çalışmada tüm örnekler için 14 günlük depolama süresi boyunca titrasyon asitliğinde bir miktar düşüş gözlenmiştir ve kontrol örneği elma dilimleri genel olarak en yüksek değerlere sahipken, prebiyotik içeren kaplama ile kaplı dilimler en düşük değerleri göstermiştir (Rössle ve ark., 2011). Ancak bu çalışmada görülen farklılığın sodyum aljinat kaplama çözeltisine eklenen askorbik asitten kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca SA örneği ile SAS örneğinin arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$) (Şekil 2).



* n=4, (σ standart sapma) (σ standard deviation)

Şekil 2. Örneklerin titrasyon asitliği değerleri K (Kontrol), SA (Sodyum aljinat), SAS (Sodyum aljinat-stevia)

Figure 2. Titration acidity values of samples; C (Control), SA (Sodium alginate), SAS (Sodium Alginate-stevia)

Meyveler depolama sırasında solunumlarında şekerlerin yanı sıra organik asitlerden de yararlanabilmektedir ve bu nedenle depolanmış meyvelerde asit miktarında azalma görülebilir (Cemeroğlu, 2004). Sadler ve Murphy (1998)'e göre de şeker içeriği arttıkça, meyvelerdeki asitler meyvenin olgunlaşmasıyla birlikte azalma eğilimi gösterirler. Bununla birlikte K, SA ve SAS örneklerinin 0.gün/3.gün değerleri sırasıyla %0.055/0.050; %0.118/0.087; %0.125/0.097 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin asitlik değerlerinde depolama sonunda düşüş gözlenmiştir ve bu düşüş istatistiki olarak önemlidir ($P \leq 0.05$). Nitekim yapılan bir çalışmada depolama boyunca tüm işlemlerde malik asit konsantrasyonu azalmıştır ve kontrol örneği ile işlem görmüş elmalar arasında önemli bir fark bulunmamıştır (Olivas ve ark., 2007). Lidster ve ark., (1979) ile Porritt ve Lidster (1978)'e göre, 4-6 gün boyunca 38°C'de tutulan elmalarda titrasyon asitliği açısından bir düşüş yaşanmıştır. Boylston ve ark., (1994) depolama süresinin uzunluğunun ya da depolama koşullarının, 'Gala' çeşidi elmaların çözünabilir kuru madde konsantrasyonlarını ve titrasyon asitlik derecesini etkilemediğini belirlemişlerdir (Olivas ve ark., 2007).

Ağırlık Kaybı

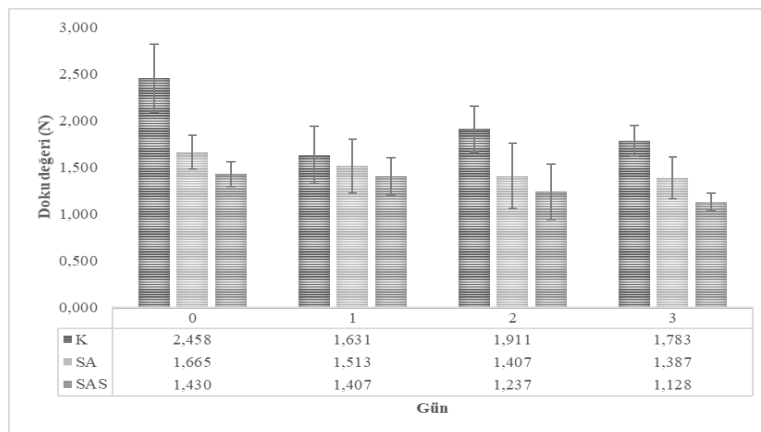
Meyve ve sebzelerin ağırlığı hasat sonrası devam eden solunumlarından ötürü ve de kaybettikleri sudan dolayı azalmaktadır. Ürünlerin ağırlığında meydana gelen bu azalmalar muhafaza süresi içerisinde ekonomiye büyük zarar vermektedir.

Bu nedenle meyve ve sebzeler için belirlenen muhafaza süresi önemlidir. Yapılan çalışmada K, SA ve SAS kaplanan elma örneklerinin ağırlıklarında değişim görülmemiştir. Yani, Kays, (1991) tarafından belirtilen %4-6 olan kritik limitin altında belirlenmiştir. Benzer durum Karagöz ve Demirdöven (2019), kitosan ve stevia kombinasyonlarının taze kesilmiş Amasya elması üzerinde yaptığı çalışmada görülmüştür. Bu durumun depolama süresinin kısa olmasına bağlı olabileceği gibi elma örnekleri için uygun özellikte MAP ambalajının seçime bağlı olarak da gerçekleştirildiği düşünülmektedir.

Doku Değeri

Film kaplı elma dilimlerinin doku değerleri incelendiğinde depolama başlangıcı ve depolama sonu doku değeri arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Ancak kontrol örneğinde bir düşüş söz konusudur ($P\leq 0.05$) (Şekil 3).

Hem sodyum aljinat, hem de sodyum aljinat-stevia ile kaplanan elmalarda, kaplama sonrasında kontrol örneğine göre meyve sertliğinin azaldığı belirlenmiştir. Gün bazında değerlendirildiğinde ise depolama başlangıcında kontrol örneği film kaplı örnekler göre daha yüksek değerler vermiştir ($P\leq 0.05$). Çünkü taze doğranmış meyvelerde dokunun bozulması ve sertliğin kaybolması doğrama ile metabolik faaliyetlerin hızlanması ile hücre duvarının bozulması sonucu oluşmaktadır. Sert yapının kaybolması, pektik enzimlerinin aktivitesi ile ilgilidir. Olgunlaşma sırasında bu enzimlerin sentezinde artış meydana gelerek meyve dokusunun yumuşamasına neden olur (Özdemir, 2015). Bu nedenle taze kesilmiş meyve ve sebzelerin paketlenmeden önce enzim faaliyetinin yavaşlatılması için fazla su ve çözeltilerden uzaklaştırılması gerekmektedir. Son üründe kalan su ayrıca mikroorganizmaların gelişmesine ve tekstürün bozulmasına sebep olabilmektedir (James ve Ngarmsak, 2010). Çalışmada kullanılan sodyum aljinat hidrokolloid yapıda bir polisakkarittir. Küp haline getirilmiş elmaların merkezinden yüzeye doğru hareket eden suyun yüzeyde sodyum aljinat tarafından tutularak ve diğer günlerde ambalajın da etkisiyle (nem geçiş hızının az olması) yüzeyde bir su birikintisi oluşturduğu, enzim ve mikroorganizma faaliyetlerini tetiklediği, bunun sonucunda da meyvenin yumuşadığı düşünülmektedir.



* n=4, (σ standart sapma) (σ standard deviation)

Şekil 3. Örneklere ait doku değerleri; K (Kontrol), SA (Sodyum aljinat), SAS (Sodyum aljinat-stevia)

Figure 3. Hardness values of samples; C (Control), SA (Sodium alginate), SAS (Sodium alginate-stevia)

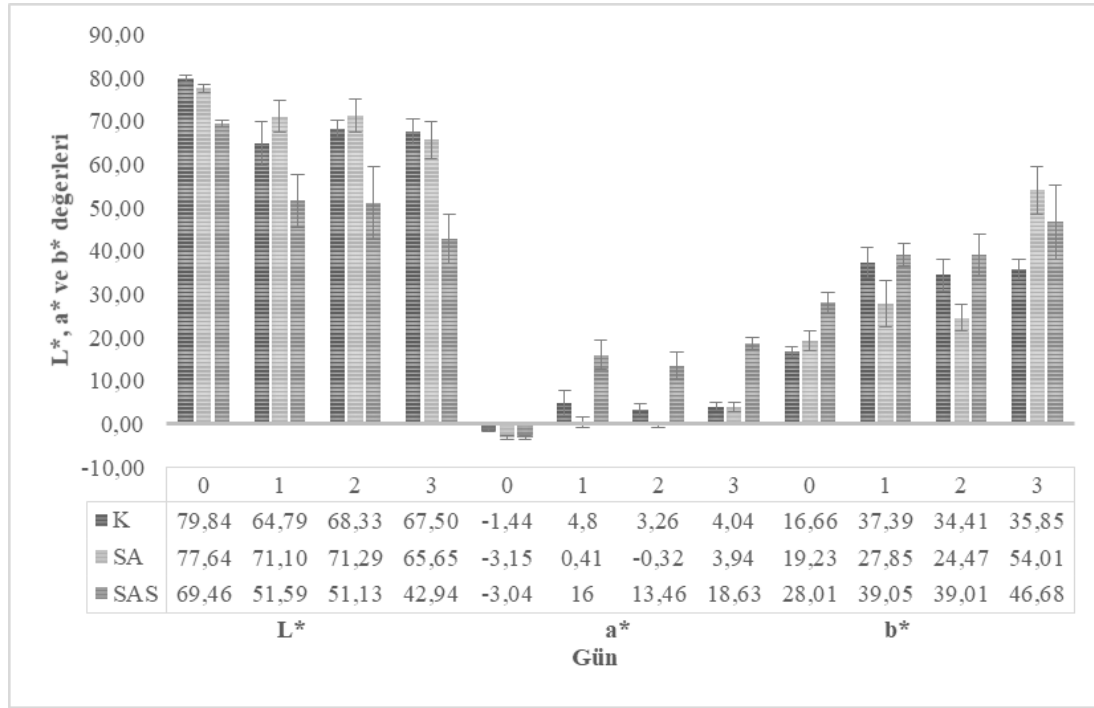
SA ve SAS örneğindeki değerler genel olarak karşılaştırıldığında, SAS örneği daha düşük değerler göstermiştir. Buradan anlaşılacağı üzere stevia meyve dokusunu etkilemiş, meyve dokusunun direncini sodyum aljinat kaplamaya göre daha da azaltmıştır. 0.gün/3.gün meyve dokusu değerleri kontrol, sodyum aljinat ve sodyum aljinat+stevia için sırasıyla 2.46/1.78, 1.67/1.39 ve 1.43/1.13 olarak bulgulanmıştır.

Sodyum aljinat filmi meyve sertliğini düşürmüştür. Ancak sodyum aljinat filminin neden olduğu bu bariz yumuşama CaCl₂ ilavesi ile giderilebilir. Rojas Grau ve ark., (2007) yaptıkları bir çalışmada, kesilmiş taze elmalara uygulanan aljinat veya jellan bazlı yenilebilir kaplamaların, formülasyon içeriğinde 0.025 ml ayçiçeği yağı / 100 ml olması durumunda, nem kaybı kontrolünde etkili olduğu belirtilmiştir. Böylece, kaplanmış meyvenin yağa bağlı nem tutma özelliği ile dokuyu koruyabilmiştir.

Rojas Grau ve ark., (2008), ayçiçek yağına ek olarak elmaları %1 N-asetilsistein+%2 CaCl₂ çözeltisine daldırma uygulamışlardır. Çalışmalarında elma dilimlerine uygulanan yenilebilir kaplama kullanımı ile dokunun korunması arasında önemli farklılık tespit etmişlerdir (P<0.05). Tüm depolama süresi boyunca hem aljinat hem de jellan kaplama ile elma dilimlerinin sertliklerinin korunmasında olumlu sonuç aldıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında kaplanmamış elma dilimlerinin sertliğinin, 23 günlük depolama süresi boyunca 10.19'dan 5,30 N'a düştüğünü ve dokuların önemli derecede yumuşama gösterdiğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte Salvia-Trujillo ve ark., (2015), yenilebilir kaplamaların, limon otu yağı konsantrasyonunun ve de limon otu yağı'nın parçacık boyutunun, elma dilimlerinin sertliğine önemli derecede etki ettiğini bildirmiştir. Ayrıca Maftoonazad ve ark., (2008), metil selüloz ve sodyum aljinat kaplamalarının şeftalide doku korunumunda etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Renk Değeri

Kesilmiş taze elmaların esmerleşmesi temelde meyve dokusunun parlaklığında azalma (L^* değeri) ve aynı zamanda Hue açısı değerinde düşüş anlamına gelen a^* (kırmızılık) değerlerindeki artış ile belirtilmektedir (Soliva-Fortuny ve ark., 2001). Şekil 4'de görüldüğü üzere depolama süresi sonunda K, SA ve SAS örneklerinin meyve eti L^* değerinde düşüş, a^* ve b^* değerinde ise artış görülmüştür (P≤0.05). Bununla birlikte SAS kaplı elma dilimlerinin meyve eti L^* değeri yüksek ve b^* değerleri düşük belirlenmiştir. Oluşan bu farklılığın film formülasyonunun L^* ve b^* değerlerinin farklı olmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Benzer sonuç başka bir çalışmada da elde edilmiştir (Kargöz ve Demirdöven, 2019). Bununla birlikte Fontes ve ark., (2008), 9. günden itibaren aljinat kaplamanın kontrol örneklerinin değerlerine kıyasla daha düşük parlaklık değerleri gösterdiğini bildirmişlerdir ve bu durum aljinat solüsyonunun sarı renginden dolayı düşük L^* değerleri göstermesine bağlanmıştır.



* n=4, (σ standart sapma) (σ standard deviation)

Şekil 4. Örneklerle ait L^* , a^* ve b^* değerleri; K (Kontrol), SA (Sodyum aljinat), SAS (Sodyum aljinat-stevia)

Figure 4. L^* , a^* and b^* values of samples; C (Control), SA (Sodium alginate), SAS (Sodium alginate-stevia)

Montero-Calder'on ve ark., (2008), kesilmiş taze ananasları kalsiyum klorür içeren sodyum aljinat ile kaplamışlar ve 5 °C 'de 20 gün depolama boyunca L^* değerinin %22 oranında, b^* değerinin %29 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre L^* ve a^* değerindeki bu farklılıklar sarı-beyaz opak renkten yarı saydam sarı renge dönüşen meyve etinden kaynaklanmaktadır. Bu durumun nedeni olarak da esmerleşme reaksiyonları ve polifenoloksidaz enzim aktivitesi gösterilmiştir (Bierhals ve ark., 2011). Buna karşın Hui-Min ve ark., (2009), sodyum aljinat kaplama ve sodyum aljinatın kullanıldığı diğer kaplamaların L^* değerinin düşmesine, a^* ve b^* değerlerinin ise artmasına neden olduğunu vurgulamıştır.

Meyve eti ΔE , ΔC , Hue açısı değerlerindeki değişimlere ilişkin bulgular Çizelge 1'de verilmiştir. Hesaplamalar, kontrol grubunun L^* , a^* ve b^* değerleri referans alınarak yapılmıştır.

Çizelge 1. Örnekler için ΔE , ΔC ve Hue° değerleri; K (Kontrol), SA (Sodyum aljinat), SAS (Sodyum aljinat-stevia)

Table 1. ΔE , ΔC and Hue° values of samples; C (Control), SA (Sodium alginate), SAS (Sodium alginate-stevia)

Örnek	Muhafaza Süresi (Gün)											
	0			1			2			3		
	ΔE	ΔC	Hue°	ΔE	ΔC	Hue°	ΔE	ΔC	Hue°	ΔE	ΔC	Hue°
K	0.00 ±1aA	0.00 ±1aA	85.0 5 ±1aC	26.3 7 ±2bA	21.6 6 ±2bA	82.71 ±2aB	21.7 2 ±2 bA	18.3 9 ±bA	84.5 8 ±0aB	23.75 ±2bA	20.1 8 ±1bA	82.93 ±0aB
SA	7.30 ±5aB	3.11 ±aB	80.5 5 ±1aA	22.3 9 ±9bA	10.3 1 ±3bB	88.94 ±1bC	20.2 2 ±9bA	7.89 ±3bB	89.3 2 ±1bC	62.75 ±7cB	55.5 1 ±0cC	86.11 ±1bC
SA S	15.4 6 ±1aC	11.4 6 ±1aC	83.8 0 ±1cB	40.8 6 ±2bB	27.6 9 ±1bC	70.34 ±3ab A	36.7 5 ±5bB	25.2 1 ±0bC	75.1 6 ±3bA	53.93 ±10c	37.3 1 ±8cB	67.53 ±2aA

n = 4, (\pm standart sapma), $a, b, \dots \leq 0.05$ aynı satırdaki, $A, B, C \leq 0.05$ aynı sütundaki farklılıkları gösterir.

n = 4, (\pm standard deviation), $a, b, \dots \leq 0.05$ represent the differences in the same column, $A, B, C \leq 0.05$, respectively, on the same line.

Kontrol, sodyum aljinat ve sodyum aljinat-stevia örneklerinin meyve eti ΔE ve ΔC değeri değerlendirildiğinde tüm örneklerin meyve eti ΔE ve ΔC değerlerinde artış gözlenmiştir ($P \leq 0.05$).

Depolama başlangıcı SAS örneğinin ΔE ve ΔC değeri diğer örneklerden yüksektir. SA ve SAS örneğinin 0. gün ΔE değeri sırasıyla 7.30 ve 15.46, ΔC değeri sırasıyla 3.11 ve 11.46 olarak bulgulanmıştır (0.gün kontrol örneği referans alınmıştır; 0.00). Bu farklılık stevianın kendine has olan renginden kaynaklanmaktadır. Tüm örneklerin depolama sonundaki ΔE ve ΔC değerleri incelendiğinde film kaplı örneklerin kontrol örneğine göre yüksek bir değer gösterdiği görülmektedir ve aralarındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($P \leq 0.05$). K, SA ve SAS örnekleri için ΔE değerleri sırasıyla 23.75; 62.75; 53.93 ve ΔC değerleri sırasıyla 20.18; 55.51; 37.31 olarak tespit edilmiştir. Verilerde görüldüğü üzere en büyük renk farklılığı SAS örneğinde görülmüştür ve SAS örneği depolama boyunca bu farklılığı sürdürmüştür. Ayrıca kontrol ve SAS örneklerinin meyve eti Hue açısı değerlerinde düşüş gözlenmiştir ve depolama başlangıcı ile depolama sonu arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($P \leq 0.05$). Ancak SA örneğinin Hue açısı değeri 1.gün yükselmiş, daha sonra bir düşüş göstermiştir. SAS örneklerin depolama sonu Hue açısı değeri diğer örnekler göre düşük çıkmıştır.

Chiumarelli ve ark., (2011), ΔC değerleri ile ilgili olarak, manyok nişastası ve aljinat kaplamaların kullanımının mangolarda renk yoğunluğunu etkilemediğini ve depolama süresinin tüm işlemler için önemli bir etkiye sahip olduğunu ve depolama boyunca ΔC değerinde bir azalma olduğunu belirtmiştir. Aljinat solüsyon renginin muhtemelen ΔC parametresini etkilediğini ve bu polisakaritle kaplanan numuneler için daha düşük değerler elde edildiğini belirtmişlerdir.

Duyusal Analiz

Depolama başlangıcında film kaplı ve kaplanmamış olarak duyusal değerlendirilmesine ilişkin bulgular Çizelge 2'de verilmiştir. Depolamanın diğer günlerinde duyusal kalitenin bozulması nedeniyle duyusal analiz yapılmamıştır.

Çizelge 2. Örneklerle ait duyu analizi verileri (0-5p); K (Kontrol), SA (Sodyum aljinat), SAS (Sodyum aljinat-stevia)

Table 2. Sensory analysis values of samples (0-5p); C (Control), SA (Sodium alginate), SAS (Sodium alginate-stevia)

Örnek	Tatlılık	Eksilik	Elma aroması	Gevreklilik	Sertlik	Kabul edilebilirlik
K	4.8±0.4B	0.4±0.7A	4.7±0.5B	4.1±0.3B	3.3±0.8B	4.8±0.4B
SA	4.4±0.5B	0.2±0.4A	4.3±0.5B	3.4±0.5A	2.7±0.7A	3.9±0.6B
SAS	3.3±0.5A	0.9±0.9A	2.6±0.5A	3.3±0.7A	2.2±0.7A	1.1±0.8A

*n = 9, (± standart sapma), A, B, C ≤0.05 aynı sütundaki farklılıkları gösterir.

* n = 9, (± standard deviation), A, B, C ≤0.05 represent the differences in the same column respectively

Genel itibariyle panelistler, SA ile kaplanmış elmaların tatlılık, eksilik ve elma aromasının, kontrol ile benzerlik gösterdiğini belirtmişlerdir (P>0.05). Bununla birlikte panelistler kontrol örneğinden sertlik ve gevreklik özellikleri bakımından farklı olduğunu belirtmişlerdir (P≤0.05). SA örneğinin kontrole göre biraz daha yumuşak bir dokuda olduğunu, elma dışındaki filmin hissedildiğini ve yapışkanmsı bir his verdiğini, bunun kabul edilebilirliği etkilediğini ifade etmişlerdir (P≤0.05). SAS örneklerinin ise kabul edilebilirliğinin çok daha düşük olduğunu çünkü film tabakasının SA'dan bile fazla hissedildiğini, SA'ya göre daha yapışkan olduğunu ayrıca stevianın kokusu, tadı ve renginin belirgin olduğunu vurgulamışlardır (P≤0.05). Stevia tatlılık eksilik, elma aroması ve kabul edilebilirliği etkilemiştir.

SONUÇ

Film kaplama solunum hızını yavaşlatmıştır. Ancak stevia, karbondioksit üretim hızını sodyum aljinat kaplamaya göre arttırmıştır. Kaplama çözeltisi hazırlandığı sırada sadece sodyum aljinat içeren kaplama çözeltisi ile sodyum aljinata stevia ilave edilmiş film çözelti yapısının aynı olmadığı, kaplama sırasında jelleşmeler tespit edildiği ve bunun sonucu olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Solunum yavaşlatılması bir ürünün raf ömrünün uzatılmasında etkilidir. Bu nedenle film kaplamanın bu etkisi dikkate alınmalıdır. Film kaplama aynı zamanda içerisinde bulunan askorbik asit nedeniyle titrasyon asitliğini arttırmıştır. Kontrol ve film kaplı örneklerde ağırlık kaybı görülmemiştir. Solunum ve nem kaybı ile birlikte gelen ağırlık kaybının azaltılması ekonomik kayıpları en aza indirgeyecektir. Bu durum depolama süresinin doğru seçildiğinin bir göstergesidir. Ancak meyve sertliği korunamamıştır. Bu durumun daldırma çözeltisi içerisine CaCl₂ ilavesi ile giderilebileceği düşünülmektedir. Meyve rengi kontrol örneklerinde çok kısa bir süre sonra enzimatik esmerleşme ile değişmiştir. Ancak film kaplı ürünlerde enzimatik esmerleşme görülmesi 9-12 saat sonra gerçekleşmiştir. Bu süre tamamlayıcı çalışmalar ile uzatılabilecektir. Depolama süresi sonunda K, SA ve SAS örneklerinin meyve eti *L** değerinde düşüş, *a** ve *b** değerinde ise artış görülmüştür (P ≤0.05). SAS örneğinin meyve eti *L** değerleri diğer örneklerle göre düşük ve *b** değerleri diğer örneklerle göre yüksek çıkmıştır (P ≤0.05). Bu sonuç stevianın kendine has renginden kaynaklanmaktadır. Ayrıca stevia otsu tadı ve kokusu nedeniyle tüketicileri olumsuz etkilemiştir. Sonuç olarak daha yüksek kalitede ürün eldesi için kaplanmış elmaların raf ömrünü uzatmak amacıyla; film formülasyonuna yardımcı madde ilavesi koşulları iyileştirebilir veya kaplanmış elmalarda aktif MAP uygulaması yapılabilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar olarak herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Şeyda Karagöz: Araştırma ve literatür taraması, analizlerin yapılması ve sonuçların değerlendirilerek makale haline dönüştürülmesi,

Aslıhan Demirdöven: Araştırmanın yürütülmesi ve sonuçlarının yorumlanması, makalenin genel kontrolü

KAYNAKLAR

- Anonim (1991). Minolta CR-300 Chromameter operator's instruction manual. Minolta Crop., Ramsey, NJ.
- Anonim (1996). Hunter lab color scale applications note, Hunter associates Lab., *Virginia*, 8 (9): 1-4.
- Anonim (2002). Zwick Z0.5 Universal tester operator's instruction manual.
- Altuğ T ve Elmacı Y (2005). Gıdalarda duyuşal değerlendirme. *Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri*, Bornova-İzmir, Türkiye, 133 s. ISBN: 9944566087.
- Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO and Baker RA (1995). Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. *Hortscience*, 30: 35-38.
- Barba FJ, Grimi N and Vorobiev E (2015). Evaluating the potential of cell disruption technologies for green selective extraction of antioxidant compounds from *Stevia rebaudiana* Bertoni leaves. *Journal of Food Engineering*, 149: 222-228.
- Batu A and Demirdöven A (2010). Effects of modified atmosphere packaging and cold storage on sensory qualities of apples. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 20: 58-67.
- Bierhals VS, Chiumarelli M and Hubinger MD (2011). Effect of cassava starch coating on quality and shelf life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill cv "Perola"). *Journal of Food Science*, 76: 62-72.
- Boylston TD, Kupferman EM, Foss JD and Buering C (1994). Sensory quality of Gala apples as influenced by controlled and regular atmosphere storage. *Journal of Food Quality*, 17: 477-494.
- Carbonell-Capella JM, Buniowska M, Esteve MJ and Frigola A (2015). Effect of *Stevia rebaudiana* addition on bioaccessibility of bioactive compounds and antioxidant activity of beverages based on exotic fruits mixed with oat following simulated human digestion. *Food Chemistry*, 184: 122-130.
- Cemeroğlu B, Yemenicioğlu A ve Özkın M (2001). Meyve ve sebzelerin bileşimi soğukta depolanmaları. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No: 24, 328 s, Ankara.
- Cemeroğlu B (2004). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No: 38, 690 s, Ankara.
- Chen C, Peng X, Zeng R, Chen M, Wan C and Chen J (2016). *Ficus hirta* fruits extract incorporated into an alginate-based edible coating for Nanfeng mandarin preservation. *Scientia Horticulturae*, 202: 41-48.
- Chiabrando V and Giacalone G (2016). Effects of edible coatings on quality maintenance of fresh-cut nectarines. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 28 (3): 201-207.
- Chiumarelli M, Ferrari CC, Sarantópoulos CIGL and Hubinger MD (2011). Fresh cut "Tommy Atkins" mango pre-treated with citric acid and coated with cassava (*Manihot esculenta* Crantz) starch or sodium alginate. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12: 381-387.
- Demirdöven A (2003). *Tokat'ta yetiştirilen bazı önemli meyve ve sebzelerin solunum hızlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, s. 98, Tokat.
- Fişekci B (2013). *Lor peynirinin raf ömrü üzerine modifiye atmosfer paketlemenin ve CO₂ uygulamasının etkilerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- Fontes LCB, Sarmento SBS, Spoto MHF and Dias CTS (2008). Preservation of minimally processed apple using edible coatings. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28: 872-880.
- Gantait S, Das A and Mandal N (2015). Stevia: a comprehensive review on ethnopharmacological properties and in vitro regeneration. *Sugar Tech*, 17 (2): 95-106.
- Hui-Min J, To H, Li-Ping L and Hai-Ying Z (2009). Effects of edible coatings on browning of fresh-cut peach fruits. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 25 (3): 282-286.

- İzli N ve Polat A (2016). Dondurarak kurutma yönteminin zencefilin kurutma karakteristikleri, renk, mikroyapı ve rehidrasyon özellikleri üzerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (Ek sayı): 126-136.
- James JB and Ngarmasak T (2010). Processing of freshcut tropical fruits and vegetables: A technical guide, Bangkok: *RAP Publication*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific. ISBN 978-92-5-106712-3.
- Karagöz Ş (2018). *Stevia içeren yenilebilir film formülasyonlarının geliştirilmesi ve yenilebilir film kaplama ile modifiye atmosferde ambalajlama kombinasyonunun az işlem görmüş elmaların raf ömrüne etkileri*. Doktora Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tokat.
- Karagöz Ş and Demirdöven A (2019). Effects of some edible coating on quality of ready-to-eat Amasya apples. *Gıda*, 44 (1): 60-70.
- Kays SJ (1991). Postharvest physiology of perishable plant products. *Van Nostrand Reinhold*, London, 75-142 p. ISBN: 0442239122.
- Lidster PD, Tung MA, Garland MR and Porritt SW (1979). Texture modification of processed apple slices by a postharvest heat treatment. *Journal of Food Science*, 44: 998-1007.
- Luo MR (2006). Applying colour science in colour design. *Optics & Laser Technology*, 38: 392-398.
- Maftoonazad N, Ramaswamy HS and Marcotte M (2008). Shelf-life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International Journal of Food Science & Technology*, 43: 951-957.
- McGuire RG (1992). Reporting of objective color measurements. *Hortscience*, 27: 1254-1255.
- Montero-Calderon M, Rojas-Graü MA and Martín-Belloso O (2008). Effect of packaging conditions on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). *Postharvest Biology and Technology*, 50: 182-189.
- Olivas GI, Mattinson DS and Barbosa-Cánovas GV (2007). Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala' apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45(1): 89-96.
- Oms-Oliu G, Soliva-Fortuny R and Martín-Belloso O (2008). Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. *LWT- Food Science and Technology*, 41 (10): 1862-1870.
- Öz AT ve Süfer Ö (2012). Meyve ve sebzelerde hasat sonrası kalite üzerine yenilebilir film ve kaplamaların etkisi. *Akademik Gıda*, 10 (1): 85-91.
- Özdemir KS (2015). *Gıda ve biyoaktif gıda bileşenlerinin kaplanması: proses ve depolama stabilitesi üzerine etkileri*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Perez-Gago MB, Gonzalez-Aguilar GA and Olivas GI (2010). Edible coatings for fruits and vegetables. *Stewart Postharvest Review*, 6: 1-4.
- Pop OL, Vodnar DC, Suharoschi R, Mudura E and Socaciu C (2015). L. plantarum ATCC 8014 entrapment with prebiotics and lucerne green juice and their behavior in simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Food Process Engineering*, 39 (5): 433-441.
- Rojas-Graü MA, Raybaudi-Massilia RM, Soliva-Fortuny R, Avena-Bustillos RJ, McHugh TH and Martín-Belloso O (2007). Apple puree-alginate coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biology and Technology*, 45 (2): 254-264.
- Rojas-Graü MA, Tapia MS and Martín-Belloso O (2008). Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of freshcut Fuji apples. *Trends in Food Science & Technology*, 41: 139-147.
- Rössle C, Brunton N, Gormley RT, Wouters R and Butler F (2011). Alginate coating as carrier of oligofructose and inulin and to maintain the quality of fresh-cut apples. *Journal of Food Science*, 76: H19-H29.
- Sadler GD and Murphy PA (1998). pH and Titratable Acidity. Food Analysis, Ed: Suzanne Nielsen, S., *Aspen Publishers, Inc.*, Gaithersburg, Maryland, 101-116.
- Salvia-Trujillo L, Rojas-Graü MA, Soliva-Fortuny R and Martín-Belloso O (2015). Use of antimicrobial nanoemulsions as edible coatings: impact on safety and quality attributes of fresh-cut Fuji apples. *Postharvest Biology and Technology*, 105: 8-16.
- Siddaramaiah, Swamy TMM, Ramaraj B and Lee JH (2008). Sodium alginate and its blends with starch: thermal and morphological properties. *Journal of Applied Polymer Science*, 109: 4075-4081.
- Soliva-Fortuny RC, Grigelmo-Miguel N, Odriozola-Serrano I, Gorinstein S and Martín-Belloso O (2001). Browning evaluation of ready-to-eat apples as affected by modified atmosphere packaging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 3685-3690.

- Stevens MA, Kader AA and Albright M (1979). Potential for increasing apple flavour via increasing sugar and acid content. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 104: 40-42.
- Tapia MS, Rojas-Grau MA, Carmona A, Rodriguez FJ, Soliva-Fortuny R and Martin-Belloso O (2008). Use of alginate- and gellan-based coatings for improving barrier, texture and nutritional properties of fresh-cut papaya. *Food Hydrocolloids*, 22: 1493-1503.
- Tavassoli-Kafrani E, Shekarchizadeh H and Masoudpour-Behabadi M (2016). Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. *Carbohydrate Polymers*, 137: 360-374.
- Tokatlı K (2016). *Karides atıklarından kitosan üretim koşullarının optimizasyonu ve kitosandan elde edilen yenilebilir film kaplamasının kirazların raf ömrüne etkisi*. Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, s. 202, Tokat.
- Yılmaz L ve Elmacı Y (2018). Polifenol oksidaz enzimi ve inaktivasyon yöntemleri. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (3): 333-345.



Döner Diskli Memede Disk Konum Açısı ve İlerleme Hızının Hacimsel Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi

Bahadır SAYINCI^{IDa*}
Bünyamin DEMİR^{IDa}

Ruĉhan ÇÖMLEK^{IDb}

Mustafa Gökalp BOYDAŞ^{IDc}

^aMersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 33340, Yenişehir, Mersin, TÜRKİYE

^bAtatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, 25240, Yakutiye, Erzurum, TÜRKİYE

^cAtatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 25240, Yakutiye, Erzurum, TÜRKİYE

(*): Corresponding author, bsayinci@mersin.edu.tr; +90-324-3610001, Fax: +90-324-3610008

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, düşük hacimli pestisit uygulamalarında kullanılan döner diskli memede disk konum açısı (0° ve 30°), ilerleme hızı (0.4 ve 1.2 m s⁻¹) ve memeler arası mesafe (0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1 ve 1.2 m) faktörlerinin hacimsel dağılım düzgünlüğüne olan etkisini incelemek ve optimum işletme parametrelerini belirlemektir. Laboratuvar koşullarında yürütülen püskürtme uygulamalarında doğrusal hareketli bir püskürtme simülatörü kullanılmıştır. Döner diskin devir sayısı 7000 min⁻¹ ve püskürtme yüksekliği 40 cm olarak ayarlanmıştır. Püskürtme sıvısına 1 g l⁻¹ konsantrasyonda Tartrazine karıştırılmıştır. Uygulamalar 30 l ha⁻¹ norm değerinde yapılmıştır. Örneklem için 35 mm çaplı petri kutusu kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre tüm uygulamalarda püskürtme paterni asimetrik görünümde oluşmuştur. 0° ve 30°'lik disk konum açıları için en düşük varyasyon katsayısı (CV) 0.4 m s⁻¹ ilerleme hızında ve 0.7-0.9 m meme aralığında elde edilmiştir. 1.2 m s⁻¹ ilerleme hızında belirlenen CV ortalamaları 0.4 m s⁻¹ hıza göre daha yüksektir. Ancak disk konum açısı 30° olduğunda 1.2 m s⁻¹ ilerleme hızında elde edilen CV ortalamaları 0°'lik konum açısına göre kısmen iyileşmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 13.07.2020

Kabul tarihi: 27.08.2020

Anahtar Kelimeler:

- Püskürtme paterni,
- Disk konum açısı,
- Döner diskli meme,
- Düşük hacimli pestisit uygulamaları,
- İlerleme hızı

Alıntı için: Sayıncı B, Çömlek R, Boydaş MG, Demir B (2020). Döner Diskli Memede Disk Konum Açısı ve İlerleme Hızının Hacimsel Dağılım Düzgünlüğüne Etkisi. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 311-323.
<https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.008>

Effect of Disc Position Angle and Spraying Speed on Volumetric Distribution Uniformity of Spinning Disc Nozzle

ABSTRACT

The aim of this study was to examine the effect of disc position angle (0° and 30°), spray speed (0.4 and 1.2 m s^{-1}) and distance between nozzles (0.6 , 0.7 , 0.8 , 0.9 , 1.0 , 1.1 and 1.2 m) on volumetric distribution uniformity, and determine optimal operational parameters in the spinning disc nozzle used in low volume pesticide application. The spray application was performed using a linear moving - spray simulator under controlled laboratory conditions. The revolution of the spinning disc was set to 7000 rpm and the spray height was stable at 40 cm . Tartrazine at 1 g l^{-1} concentration was mixed into the spray liquid. The application rate was 30 l ha^{-1} . Petri dishes of 35 mm diameter were used for sampling. According to the results of the research, the spray pattern was formed in an asymmetrical appearance in all applications. For disc position angles of 0° and 30° , the lowest variation coefficient (CV) was obtained at 0.4 m s^{-1} spraying speed and $0.7\text{-}0.9 \text{ m}$ nozzle distances. The CV means determined at 1.2 m s^{-1} spraying speed were higher than 0.4 m s^{-1} . However, when the disc position angle was 30° , the CV means obtained at 1.2 m s^{-1} spraying speed partially improved according to the 0° disc position angle.

RESEARCH ARTICLE

Received: 13.07.2020

Accepted: 27.08.2020

Keywords:

- Spray pattern,
- Disc position angle,
- Spinning disc nozzle,
- Low volume pesticide application,
- Spraying speed

To cite: Sayıncı B, Çömlek R, Boydaş MG, Demir B (2020). Effect of Disk Position Angle and Spraying Speed on Volumetric Distribution Uniformity of Spinning Disc Nozzle. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 311-323.
<https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.008>

GİRİŞ

Pestisit uygulama yöntemleri alanında yapılan araştırmalar çevre kirliliğini azaltmaya yönelik bir takım yeni püskürtme teknolojilerinin geliştirilmesini sağlamaktadır. Sadece hidrolik esasa göre çalışan konvansiyonel püskürtme memeleri değil, aynı zamanda düşük hacimde uygulama yapan döner diskli memelerin de mevcut teknolojiler arasında yer aldığı görülmektedir. Günümüzde püskürtme sistemleri tarafından üretilen damlaların yapısı pülverizatörün işletme parametrelerine bağlı olarak oldukça geniş bir spektrumda değişmektedir. Hidrolik memelerle üretilen kaba yapılı damlalar penetrasyon açısından önemli bir avantaj sağladığı düşünülse de son yıllarda yapılan araştırmalarda bu iyileşmenin sınırlı olduğu görülmektedir (Sayıncı ve ark., 2019). Bazı araştırmalara göre damla penetrasyonunun bitki kanopisinin geometrik yapısıyla yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir (Spillman, 1984). Nitekim bitki kanopisinin ölçüleri, yaprak morfolojisi ve yaprak alan indeksi değişkenleri damlaların hedefe taşınmasını ve yüzeyde tutunmasını önemli ölçüde etkilemektedir (Smith ve ark., 2000; Zhu ve ark., 2004).

Döner diskli memelerde merkeze yakın bir noktaya iletilen akışkan, diskin dönerek kazandığı kinetik enerjiyle kenara doğru yayılmakta ve diski teğetsel yönde terk etmektedir. Bu esnada damlalar, akışkanın santrifüj kuvvet etkisiyle parçalanması sonucu oluşmaktadır. Disk kenarı düz ya da tırtıklı bir yapıdadır. Diskin çapı, devri ve yüzey pürüzlülüğü damla oluşumunu etkileyen faktörlerdir. Ayrıca akışkanın fiziksel özellikleri, debisi, disk yüzeyinde kazandığı atalet momenti ve damla ve çevre havası

arasındaki sürtünmenin büyüklüğü damla spektrumunun değişmesine neden olmaktadır (Çilingir ve Dursun, 2002). Düşük disk devri ve yüksek debi koşullarında damlalar sıvı filmi tabakasından parçalanarak oluşmaktadır. Yüksek disk devri ve düşük debi koşullarında damlalar ipliksi forma geçtikten sonra parçalanarak oluşmaktadır (Matthews, 2000).

Döner diskli memelerde; uygulama hacmi ULV formülasyonları için 1-3 l ha⁻¹, su bazlı karışımlar için 10-30 l ha⁻¹ aralığında değişmektedir. Bu pülverizatörlerin en önemli avantajlarından biri damla spektrumunun dar olması ve hidrolik memelere göre daha homojen yapıda damlalar üretmesidir. Damlalar dairesel bir yörüngede yayılmaktadır (Monaco ve ark., 2002). Döner diskli memenin işletme parametrelerinin belirlenmesine yönelik yürütülen bir araştırmada farklı disk devri ve debi koşullarında damla çapının (D_{V0.50}) 59-98 µm aralığında değiştiği belirlenmiştir (Ishfaqe ve ark., 2005). Buna karşın düşük devirde (2000 min⁻¹) işletilen döner diskli memede damla çapının 260 µm olduğu rapor edilmiştir (Matthews, 2000).

Düşük hacimli püskürtme sistemlerinin avantajlarından dolayı döner diskli memelerle ilgili çeşitli bilimsel araştırmalar yürütülmüştür. Bode ve ark. (1983) tarafından farklı işletme parametrelerinde kullanılan döner diskli memenin hacimsel dağılım düzgünlüğüne etkisi araştırılmıştır. Bayat ve Bozdoğan (2005) döner diskli memeye monte edilen aksel akışlı bir fanın farklı işletme koşullarında sürüklenme ve damla tutunmasına olan etkilerini incelemişlerdir. Coates ve Palumbo (1997) kavunda beyazsinek (*Bemisia tabaci*) mücadelesinde; Piggott ve ark. (2003) nematod uygulamasında; Parnell ve ark. (1999) pamuk yeşil kurdu (*Helicoverpa armigera* H.) mücadelesinde; Mason ve ark. (1998, 1999) ve Lello ve ark. (1996) lahanaya yaprak güvesi (*Plutella xylostella* L.) mücadelesinde döner diskli meme kullanmışlardır. Ancak çok ince yapılı damlalar üreten döner diskli memelerde sürüklenme düzeyinin yüksek olması ve damlaların hedefe taşınmasında karşılaşılan zorluklar nedeniyle son yıllarda kaba yapılı damlalar üreten hidrolik memelerin yaygın olarak kullanılmaya başlandığı görülmüştür (Zhu ve ark., 2004; Sayıncı ve ark., 2019, 2020). Gelişen püskürtme teknolojilerinde pestisit uygulamalarının robotik ya da insansız hava aracı gibi uzaktan kontrollü sistemlere adapte edildiği görülmektedir. Bu sistemler yapı itibarıyla hafif olduklarından düşük hacimli püskürtme sistemlerine olan ilgi ve gereksinim artmaktadır (Wang ve ark., 2019, 2020).

Düşük hacimli püskürtme sistemleri, küçük tank kapasiteleri sayesinde az miktarda ya da hiç su kullanmadan büyük alanlarda zararlı, hastalık ve yabancı otlarla mücadeleyi mümkün kılmaktadır. Ayrıca mekanizasyonu elverişli olmayan eğimli ya da engebeli arazilerde havadan ilaçlama yöntemiyle düşük hacimde pestisit uygulamaları yapılabilmektedir. Konvansiyonel püskürtme sistemlerine göre lojistik sorununun yaşanmaması ve daha düşük enerji gereksinimleri nedeniyle önemli avantajlara sahiptirler. Ayrıca döner diskli memelerde damla spektrumu disk devir sayısına bağlı olarak değişebilmekte ve zararlı, hastalık ve yabancı ot etmenlerini için uygun damlalar üretilmektedir.

Zararlı ve hastalık etmenleriyle mücadelede ince yapılı damlalar üreten püskürtme sistemlerinin kullanılması tavsiye edilirken (Shapiro-Ilan ve ark., 2006), hacimsel dağılım düzgünlüğünün kaba yapılı damlalar üreten sistemlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. İnce yapılı damlalar üreten püskürtme sistemlerinde homojen bir dağılımın elde edilebilmesi için uygulamaların düşük ilerleme hızında yapılması gerektiği belirtilmiştir (Sayıncı ve ark., 2020). Ayrıca, damlaların hem yatay hem de

düsey konumdaki yüzeylere taşınma etkinliği açısından meme konum açısının önemli olduğu belirtilmektedir. Nitekim hidrolik memelerde meme konum açısı arttığında düsey düzlemde yüzey kaplama oranının %40 oranında arttığı saptanmıştır (Sayıncı ve ark., 2019).

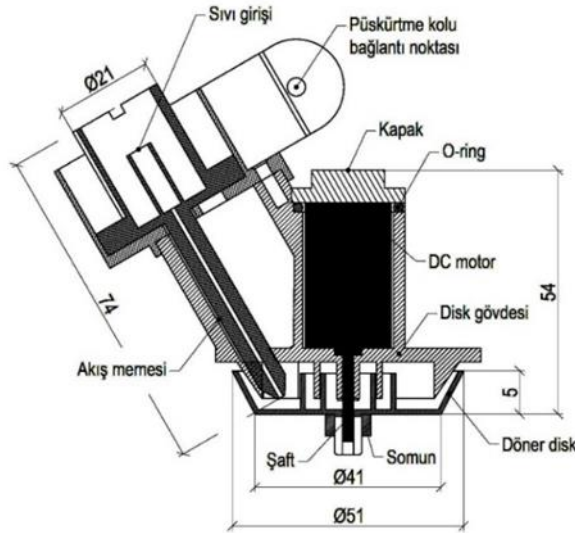
Döner diskli memelerde damla dağılım düzgünlüğünü etkileyen faktörler arasındaki interaksiyonların incelenerek optimum çalışma parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Gupta ve Duc (1996) tarafından yürütülen araştırmada döner diskli memede disk devir sayısı ve meme debisi arttığında hacimsel dağılım düzgünlüğüne ait CV değerinin arttığı belirlenmiştir. Bu çalışmalar düşük hacimli yeni püskürtme teknolojilerinin geliştirilmesi ve optimum işletme parametrelerinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Bu araştırmanın amacı, döner diskli memede disk konum açısı, ilerleme hızı ve memeler arası mesafenin hacimsel dağılım düzgünlüğüne olan etkilerini belirlemektir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Döner diskli meme

Denemede kullanılan döner diskli memenin bazı teknik ölçüleri ve diğer bağlantı parçaları Şekil 1'de gösterilmiştir. Döner disk ve gövde termoplastik malzemeden yapılmıştır. Disk, 12 V'luk DC motor ile çalışmaktadır. Akışkan bir meme aracılığıyla doğrudan disk üzerine iletilmektedir. Diskin konum açısı bağlantı noktasından ayarlanmaktadır.



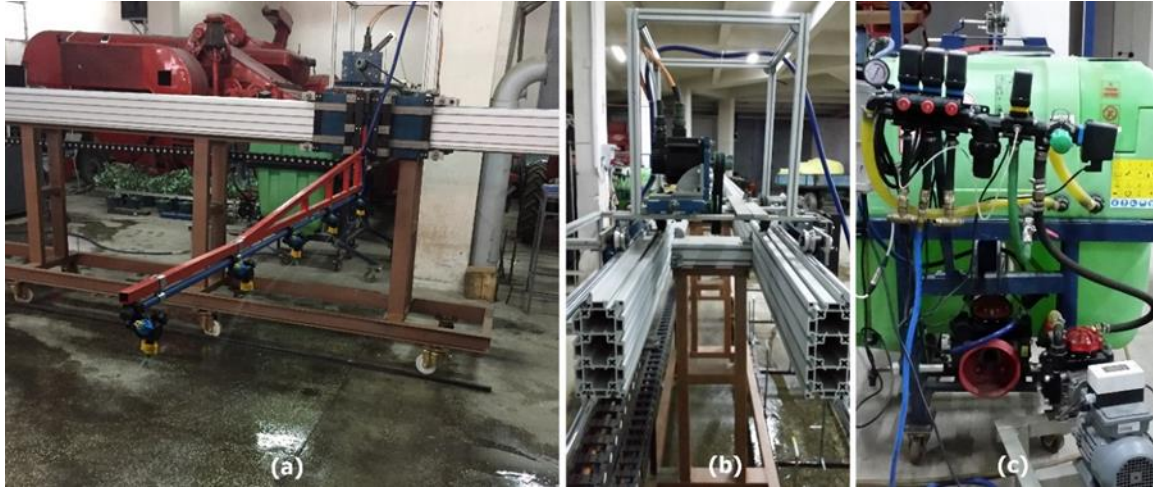
Şekil 1. Döner diskli meme ve bazı ölçüleri

Figure 1. Spinning disc nozzle and some dimensions

Püskürtme simülatörü

Püskürtme uygulamaları doğrusal hareketli bir püskürtme simülatörü kullanılarak yapılmıştır (Şekil 2). Simülatör kızak ve araba olmak üzere 2 ana bölümden oluşmaktadır (Şekil 2a). Uzunluğu 12 metre olan kızak bölümü 90×180 mm ölçülerinde iki adet sigma profilden oluşmaktadır. Doğrusal hareket profil kanallarına yerleştirilen 20 mm çaplı miller üzerinden sağlanmaktadır. Püskürtme sistemini monte etmek için araba çatısına 2.2 metre uzunluğunda tek tarafa açılır bir bum kolu monte edilmiştir. Kızak üzerinde doğrusal hareket eden arabada güç kaynağı olarak 1000 W'lık servo

motor (Delta ASDA-B2, Tayvan, TW) kullanılmıştır (Şekil 2b). Motor milinin hareketi kayış-kasnak aracılığıyla (çevrim oranı 1/2.5) arabanın tahrik tekerleklerine iletilmektedir. Arabanın hız kontrolü servo motor sürücüsüne bağlı bir bilgisayardan sağlanmıştır. Motor mili devri 1-5000 min^{-1} aralığında değişmekte olup simülatör hızı 0.28-12.00 m s^{-1} aralığında kontrol edilebilmektedir. Denemelerde depo kapasitesi 600 litre olan bir tarla pülverizatörü (TP600 Piton Taral®, TR) kullanılmıştır (Şekil 2c). Pülverizatör pompası piston-membranlı (TAR30, çift pistonlu, 40 kg cm^{-2} anma basıncı, 30 l dk^{-1} anma debisi, %67 verim, Taral®, TR) olup pompa mili redüktörlü bir elektrik motoruyla (MSD 90L2, 2780 min^{-1} , Gamak, TR) 600 min^{-1} hızda çalıştırılmıştır.

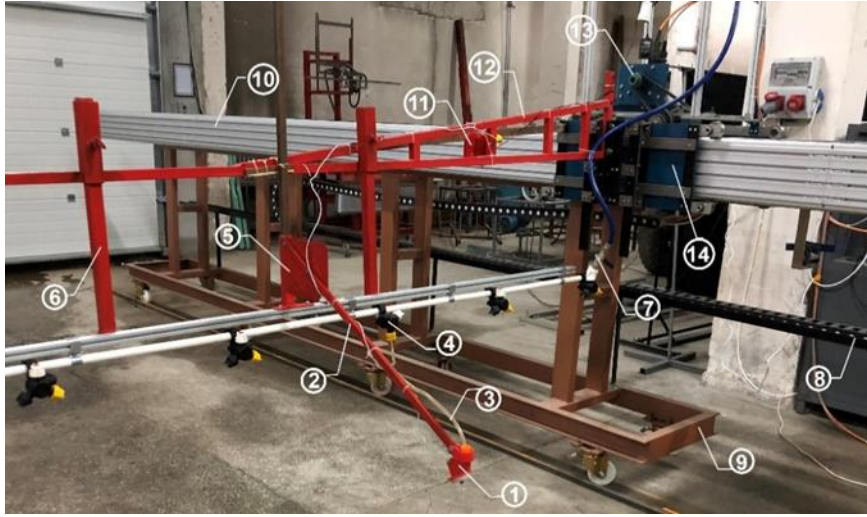


Şekil 2. Püskürtme simülatörü (a) Kızak, ray ve bum kolu (b) Servo motor ve kayış-kasnak mekanizması (c) Akışkan deposu, basınç regülatörü, redüktörlü elektrik motoru ve pülverizatör pompası

Figure 2. Spray simulator (a) Guide rail and spray boom (b) Servo motor and belt-pulley mechanism (c) Fluid tank, pressure regulator, electric gearmotor, spray pump

Simülatöre monte edilen döner diskli meme

Bum koluna monte edilen döner diskli meme Şekil 3'te gösterilmiştir. Püskürtme yüksekliği mekanik olarak ayarlanmıştır. Disk konum açısı bum kolu üzerine monte edilen ayar plakasıyla değiştirilmiştir. Akışkan iletimi için hidrolik meme gövdesi ve döner diske bağlı meme arasında iletim borusu kullanılmıştır. Döner diskin devir sayısını ayarlamak için diski çalıştıran DC motora hız kontrol devresi bağlanmıştır. Diskin devir sayısı optik takometreyle (Testo 465, $\pm 0,02\%$, SE & Co KGaA) ölçülmüş ve hız kontrol devresiyle ayarlanmıştır.



Şekil 3. Püskürtme simülatörünün bum koluna monte edilen döner diskli meme (1: döner diskli meme, 2: disk gövdesi bağlantı kolu, 3: akışkan iletim hattı, 4: membranlı meme gövdesi, 5: disk konum açısı ayar plakası, 6: püskürtme yüksekliği ayar kolu, 7: akış ayar valfi, 8: hareketli kablo kanalı, 9: simülatör çatısı, 10: simülatör kızak profili, 11: disk devir sayısı kontrol devresi, 12: bum kolu, 13: servo motor ve kayış-kasnak mekanizması, 14: doğrusal hareketli araba)

Figure 3. Spinning disc nozzle mounted on the boom of the spray simulator (1: spinning disc nozzle, 2: disc body connection arm, 3: fluid transmission line, 4: membrane nozzle body, 5: disc position angle adjustment plate, 6: spray height adjustment arm, 7: flow control valve, 8: moving cable channel, 9: simulator frame, 10: guide rail profile, 11: disc speed control circuit, 12: spray boom, 13: servo motor and belt-pulley mechanism, 14: linear moving unit)

Çalışma parametreleri

Döner diskli memenin debisi, basınç hattına monte edilen akış ayar valfiyle ayarlanmıştır. Debi ölçümü 0.6 bar basınçta disk çalıştırılmadan yapılmıştır. Memenin ıslatma çapı 2.4 metre belirlenmiştir. Bu değer Dante ve Gupta (1991) tarafından yürütülen araştırmada döner diskli memenin püskürtme genişliğiyle uyumlu bulunmuştur. Wang ve ark. (2020) döner diskli memenin püskürtme genişliğini 3 m olarak bildirmiştir. Püskürtme denemeleri iki farklı disk açısı (0° ve 30°) ve iki farklı ilerleme hızında (0.40 m s^{-1} ve 1.20 m s^{-1}) gerçekleştirilmiştir. Disk devir sayısı 7000 dk^{-1} ve püskürtme yüksekliği 40 cm olarak ayarlanmıştır. İlerleme hızı 0.40 m s^{-1} ve 1.20 m s^{-1} için meme debisi sırasıyla 0.18 l dk^{-1} ve 0.50 l dk^{-1} olarak ayarlanmış ve tüm denemeler sabit 30 l ha^{-1} uygulama hacminde yapılmıştır. Püskürtme denemeleri 3 kez tekrarlanmıştır.

Örnekleme

Örnekleme için 35 mm çapında polistren (PS) petri kutusu kullanılmıştır. Petriler 3 metre uzunluğunda alüminyum-L profil üzerine 70 mm aralıklarla yan yana yerleştirilmiştir. Her denemede toplam 34 adet petri kutusu kullanılmış ve bir klipsle sabitlenmiştir. Uygulamadan sonra toplanan petri kutularının kapakları kapatılmış ve konularına göre numaralandırılmıştır.

Püskürtme sıvısı

Denemelerde püskürtme sıvısı olarak şebeke suyu kullanılmıştır. Kantitatif ölçümler için pülverizatörün deposuna 1 g l⁻¹ konsantrasyonda toz formda Tartrazin ilave edilmiştir. Gıda boyası olarak kullanılan Tartrazin'in bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Sayıncı ve Çömlek (2015) tarafından yapılan araştırmada Tartrazin'in kuruduktan sonra bozulmadığı ve geri kazanımının yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Tartrazin'in bazı özellikleri (NCBI, 2020; Sigma-Aldrich, 2020)

Table 1. Some properties of Tartrazine

Kimyasal formülü	: C ₁₆ H ₉ N ₄ Na ₃ O ₉ S ₂
Avrupa Birliği kodu	: E102
Renk indeks numarası	: C.I. 19140
Suda çözünürlük	: 20 g/100 mL
Diğer isimleri	: Acid Yellow 23; Food Yellow 4; FD&C Yellow 5

Kantitatif analizler

Kantitatif analizler için 0.00-12.00 µg ml⁻¹ konsantrasyon aralığında standart seri hazırlanmış ve UV/VIS spektrofotometresinde (T60 U Model, PG Instruments Ltd., UK) 427 nm dalga boyunda absorban okumaları yapılmıştır (Sayıncı ve Çömlek, 2015). Konsantrasyon (x) ve absorban (y) arasında $y = 0.0426x - 0.0087$ doğrusal eşitliği (R²= 0.9987) elde edilmiştir.

Püskürtmeden sonra toplanan petri kutularının her birine 5 ml saf su konulmuş ve karıştırılarak yüzeydeki Tartrazin'in yıkanması sağlanmıştır. Yıkanan çözeltilerin absorbanları spektrofotometrede belirlenmiş ve doğrusal eşitlik formülünde yerine yazılarak çözeltinin konsantrasyonu (µg ml⁻¹) hesaplanmıştır. Birim alana püskürtülen sıvı hacmi Eşitlik 1 kullanılarak hesaplanmıştır (Zhu ve ark., 2002).

$$M = \frac{[(C \cdot P)/S]}{A_y} \quad (1)$$

- M : petri yüzeyine ulaşan sıvı hacmi (µl cm⁻²)
 C : örneğin konsantrasyonu (µg ml⁻¹)
 P : yüzeydeki maddeyi yıkamak için kullanılan çözücü miktarı (ml)
 S : püskürtülen karışımın konsantrasyonu (µg µl⁻¹)
 A_y : örnekleme alanı (cm²)

Hacimsel dağılım düzgünlüğünün belirlenmesi

Hacimsel dağılım düzgünlüğü Eşitlik 2'de verilen varyasyon katsayısı (CV) eşitliğiyle hesaplanmıştır (Yıldız ve ark., 2005). CV değeri, iki döner diskli meme arasındaki mesafenin 0.6 m, 0.7 m, 0.8 m, 0.9 m, 1.0 m, 1.1 m ve 1.2 m olması koşullarında belirlenmiştir.

$$CV = SS \cdot n \cdot \left(\sum_{i=1}^n M \right)^{-1} \cdot 100 \quad (2)$$

- CV : varyasyon katsayısı (%)
 SS : birim yüzeye ulaşan ortalama sıvı hacminin standart sapması (µl cm⁻²)

n : örnek sayısı (adet)

İstatistik analiz

Döner diskli memede farklı memeler arası mesafelerde disk konum açısı ve ilerleme hızının hacimsel dağılım düzgünlüğüne etkisi varyans analiziyle (ANOVA) test edilmiştir. Önemli bulunan faktörlerin ortalamaları arasındaki fark %95 önem düzeyinde Duncan çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir.

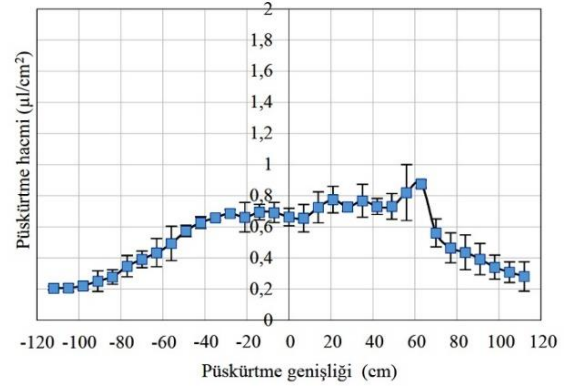
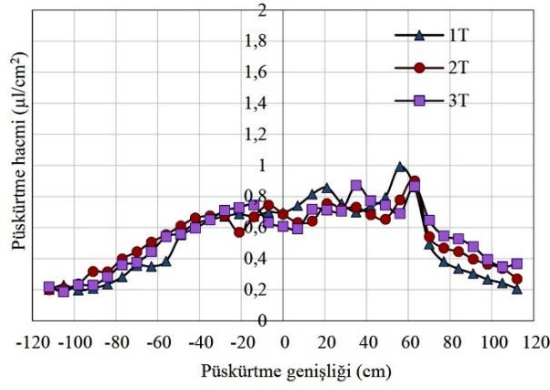
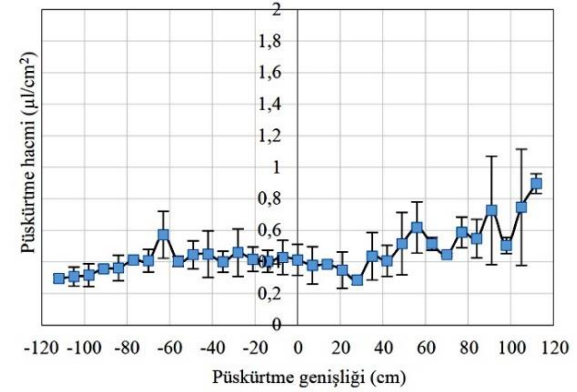
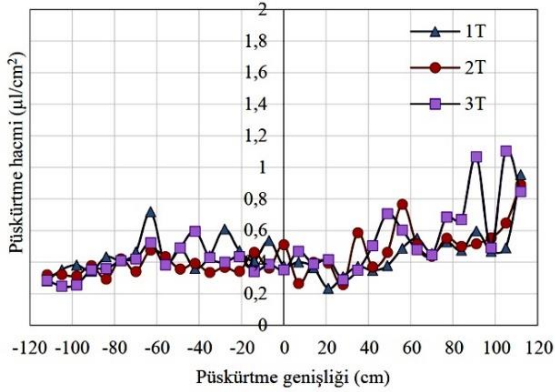
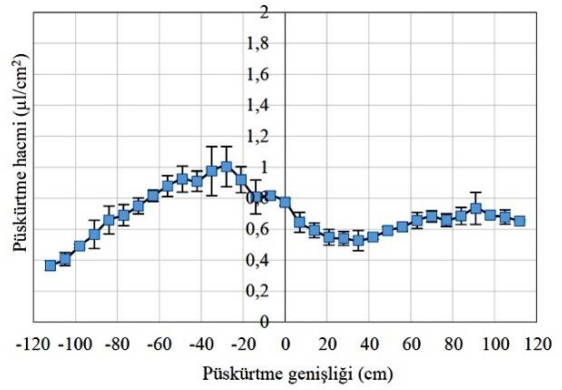
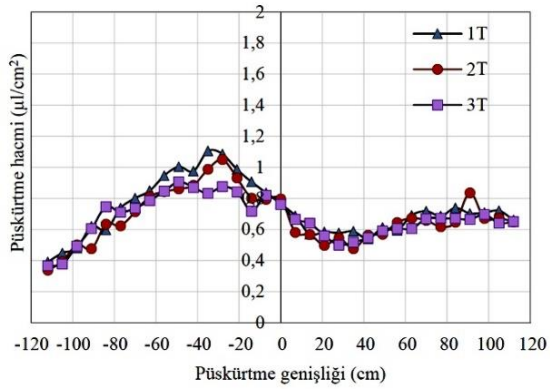
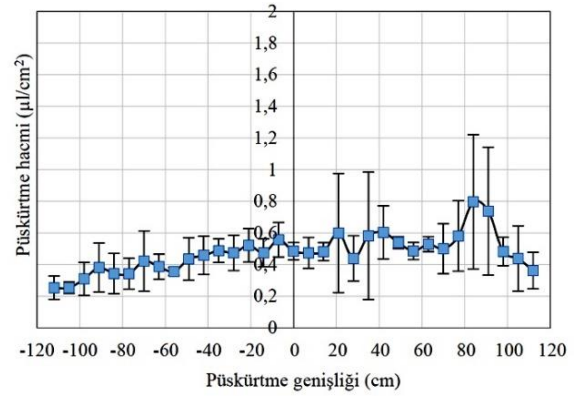
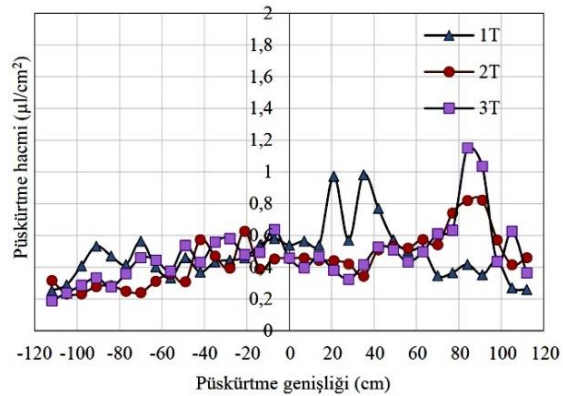
BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı konum açıları ve ilerleme hızlarında kullanılan döner diskli memenin püskürtme paterni değişimleri Şekil 4'te gösterilmiştir. Şekil 4a ve Şekil 4c'deki dağılımlar 0.4 m s^{-1} ilerleme hızında elde edilmiştir. Düşük ilerleme hızında uniform olmayan ve asimetrik bir dağılım elde edilmiştir. Disk konum açısı 0° olduğunda hafif sola çarpık bir dağılım elde edilirken, konum açısı 30° olduğunda dağılım sağa çarpık oluşmuştur. İlerleme hızı 1.2 m s^{-1} olduğunda elde edilen püskürtme paternleri Şekil 4b ve Şekil 4d'de gösterilmiştir. İlerleme hızı arttığında püskürtme dağılımının belirgin şekilde etkilendiği görülmektedir. Yüksek ilerleme hızında elde edilen püskürtme paterni çizgisel formda olmasına rağmen hedefe taşınan akışkanın hacmi sağa doğru artmıştır. Bu artışın diskin dönme yönüne doğru olması dikkat çekmektedir. Meme debisine bağlı olarak disk üzerine gelen akışkanın kütesinden dolayı disk devrinin azaldığı tahmin edilmiş ve buna bağlı olarak püskürtülen damlaların diskin dönme yönüne doğru tek tarafta birikime neden olduğu kanısına varılmıştır. Grafik üzerinde birikimin arttığı yöne doğru varyasyonun da arttığı görülmektedir.

Gupta ve Duc (1996), farklı disk devirlerinde çalıştırılan döner diskli memenin püskürtme paternini incelemişlerdir. Stabil koşulda paternatörde yapılan ölçümlerde disk devri arttıkça akışkanın merkezde daha fazla biriktiği ve düşük devirlere göre üçgene benzeyen daha sivri bir paternin oluştuğu belirlenmiştir. Kontrollü laboratuvar koşullarında stabil halde döner diskin ürettiği damlalar, hava hareketliliğinin olmadığı bir ortama yayıldığından püskürtme paterni düzgün ve simetrik bir yapıda oluşmuştur. Yürüttüğümüz bu araştırma ise döner diskli memenin püskürtme paterni dinamik koşullarda ölçülmüştür. Sabit hızda doğrusal hareket eden döner diskin püskürtme dağılımını etkileyen en önemli etmenin hava hareketliliği olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle ilerleme hızı arttığında püskürtme dağılımı belirgin şekilde değişmiştir.

Her tekrarda belirlenen hacimsel dağılım

Ortalama hacimsel dağılım ve standart hata (2.SH)

(a) 0° konum açısı ve 0.4 m s⁻¹ ilerleme hızı(b) 0° konum açısı ve 1.2 m s⁻¹ ilerleme hızı(c) 30° konum açısı ve 0.4 m s⁻¹ ilerleme hızı(d) 30° konum açısı ve 1.2 m s⁻¹ ilerleme hızı

Şekil 4. Meme konum açısı ve ilerleme hızına bağlı olarak hacimsel dağılım

Figure 4. Volumetric distribution based on nozzle position angle spraying speed

Memeler arası mesafe azaldıkça bindirme oranı artmaktadır. Bu durumda üçgen ve simetrik bir püskürtme paterni gösteren dağılımda örtme oranının büyük olması hacimsel dağılım düzgünlüğünü iyileştirmektedir.

İlerleme hızı, disk konum açısı ve memeler arası mesafe değişkenlerine ait CV ortalamaları ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Döner diskli memenin nominal 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1 ve 1.2 m aralıklarda kullanılması durumunda CV ortalamaları farklı bulunmuştur. Yüksek ilerleme hızında CV ortalamaları artmıştır. Her iki konum açısı için en düşük CV, 0.4 m s⁻¹ ilerleme hızında bulunmuştur. Memeler arası mesafeye göre en düşük CV ortalamaları, 0° ve 30°lik konum açıları için 0.7-0.9 m aralığında bulunmuştur.

Çizelge 2. Memeler arası mesafeye göre disk konum açısı ve ilerleme hızının hacimsel dağılım düzgünlüğüne (%CV) etkisi (ort±SS)

Table 2. Effect of disc position angle and spraying speed on volumetric distribution uniformity (CV%) according to the distance between nozzles (mean±SD)

Meme konum açısı	Meme arası mesafe (m) Nominal (gerçek)	İlerleme hızı	
		0.4 m s ⁻¹	1.2 m s ⁻¹
0°	0.6 (0.63)	10.3±0.6 bc	23.6±0.3 bc
	0.7 (0.70)	8.6±0.0 ab	20.7±2.4 ab
	0.8 (0.77)	8.2±1.6 ab	17.5±1.2 a
	0.9 (0.91)	7.6±1.9 a	24.0±2.9 bc
	1.0 (1.05)	10.5±2.4 bcd	27.5±2.0 cd
	1.1 (1.12)	11.7±0.7 cd	29.8±2.2 d
	1.2 (1.19)	13.0±0.6 d	24.9±2.4 c
	Tüm ort.	10.0±2.2	24.0±4.2
	F değeri (P)	5.929 (0.003)**	11.258 (0.000)**
30°	0.6 (0.63)	13.5±0.6 bc	19.0±0.6 abc
	0.7 (0.70)	10.8±0.5 b	16.1±2.0 ab
	0.8 (0.77)	6.8±0.5 a	14.0±3.9 a
	0.9 (0.91)	12.4±1.7 bc	22.2±4.4 bcd
	1.0 (1.05)	14.4±0.6 c	22.8±1.6 cd
	1.1 (1.12)	15.4±2.1 cd	24.8±3.2 cd
	1.2 (1.19)	17.5±3.1 d	26.3±5.1 d
	Tüm ort.	13.0±3.5	20.8±5.1
	F değeri (P)	13.846 (0.000)**	5.574 (0.004)**

** : Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan çok önemli düzeyde farklıdır (P<0.01).

Prairie Tarım Makinaları Enstitüsü (PAMI, Kanada) tarafından laboratuvar koşullarında stabil halde paternatörde yapılan ölçümlerde %15 düzeyindeki varyasyon için sıvı dağılımının kısmen kabul edilebilir olduğu bildirilmiş (Bode ve ark., 1983; Azimi ve ark., 1985), %10 düzeyindeki varyasyon için sıvı dağılımı “oldukça homojen” olarak tanımlanmıştır (Azimi ve ark., 1985; Krishnan ve ark., 1988). Ancak tarla koşullarında bum kolundaki titreşim, patinaj nedeniyle ilerleme hızında oluşan varyasyon ve rüzgar nedeniyle ortaya çıkan ters hava akımları püskürtme dağılımının bozulmasına neden olabilmektedir (Krishnan ve ark., 1993; Womac ve ark., 2001).

Döner diskli memede ilerleme hızı 0.4 m s^{-1} ve disk konum açısı 0° olduğunda tüm meme açıklıklarında belirlenen CV ortalamaları %15'in altındadır. Aynı hız seviyesinde disk konum açısı 30° olduğunda %15'den küçük olan homojenlik kriteri 0.6-1.0 m meme aralığında elde edilmiştir. İlerleme hızı 1.2 m s^{-1} olduğunda belirlenen CV ortalamalarının büyük çoğunluğu %15'in üzerinde bulunmuştur.

SONUÇ

Düşük hacimde püskürtme yapan döner diskli pülverizatörlerde uygun olmayan işletme parametreleri hacimsel dağılımın bozulmasına neden olmaktadır. Bu amaçla püskürtme sistemlerinin paternatör ölçümleri yapılarak optimum işletme parametreleri belirlenmektedir. Döner diskli memelerde yüksek disk devrinde ve 30° konum açısında hacimsel dağılımın iyileştiği bilinmektedir. Yürütülen bu araştırmada ise ilerleme hızının da hacimsel dağılımı önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Yüksek ilerleme hızında CV ortalamaları artmıştır. Bu araştırmada 7000 min^{-1} disk devrinde ve 40 cm püskürtme yüksekliğinde kullanılan döner diskli memede ilerleme hızının düşük olması gerektiği belirlenmiştir. 0° ve 30° lik disk konum açıları için en düşük CV ortalamaları 0.4 m s^{-1} ilerleme hızında ve 0.7-0.9 m meme aralığında elde edilmiştir. Düşük hacimli püskürtme memelerinin yeni teknolojilerin fonksiyonel özelliklerine uyumlu olması gerekmektedir. İlerleme hızı önemli bir fonksiyonel özelliktir. Yüksek iş kapasitesi için ilerleme hızının arttırılması gerekmektedir. Mevcut döner diskli memelerde yüksek ilerleme hızında üniform bir dağılım elde etmek için yeni disk tasarımının yanı sıra disk devir sayısı ve püskürtme yüksekliği faktörlerinin kapsamlı olarak incelenmesi gerekmektedir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve makale olarak yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması içerisinde olmadıklarını beyan ederler.

YAZAR KATKISI

Yazarlar, makalenin altta belirtilen iş planına göre yürütüldüğünü beyan ederler.

Bahadır Sayıncı: Araştırmanın planlanması; deneme altyapısının oluşturulması; iş planı; kantitatif analizler; istatistik analiz; araştırma; literatür inceleme ve makalenin yazılması

Ruçhan Çömlek: Örneklemeye; denemelerin yürütülmesi; işletme parametrelerinin kontrolü; örneklem materyallerinin yerleştirilmesi, toplanması ve numaralandırılması

Mustafa Gökalp Boydaş: Elektronik devre tasarımı ve geliştirilmesi

Bünyamin Demir: Laboratuvar altyapısının oluşturulması; kantitatif analizler

PROJE DESTEĞİ

Bu çalışmada kullanılan püskürtme simülatörünün tasarımı ve imalatı Doç. Dr. Bahadır Sayıncı tarafından yapılmış ve projesi Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (Proje No: BAP 2013/128) tarafından desteklenmiştir. Deneysel çalışmalar Mersin

Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (Proje No: 2019-2-AP4-3526) tarafından desteklenmiştir.

TEŞEKKÜR

Deneyisel çalışmalar Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü'nde yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Azimi AH, Carpenter TG and Reichard DL (1985). Nozzle spray distribution for pesticide application. *Transactions of the ASAE*, 28 (5): 1410-1414. <https://doi.org/10.13031/2013.32451>
- Bayat A and Bozdoğan NY (2005). An air-assisted spinning disc nozzle and its performance on spray deposition and reduction of drift potential. *Crop Protection*, 24: 651-960. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.01.015>
- Bode LE, Butler BJ, Pearson SL and Bouse LF (1983). Characteristics of the micromax rotary atomizer. *Transactions of the ASAE*, 24 (4): 999-1004. <https://doi.org/10.13031/2013.34064>
- Coates W and Palumbo J (1997). Deposition, off-target movement, and efficacy of Capture™ and Thiodan™ applied to cantaloupes using five sprayers. *Applied Engineering in Agriculture*, 13 (2): 181-188. <https://doi.org/10.13031/2013.21595>
- Çilingir İ ve Dursun E (2002). Bitki Koruma Makinaları. *Ankara Üniversitesi*, Yayın No: 1531, Ankara, s. 263.
- Dante ET and Gupta CP (1991). Deposition studies of an electrostatic spinning disc sprayer. *Transactions of the ASAE*, 34 (5): 1927-1934. <https://doi.org/10.13031/2013.31818>
- Gianino C (2006). Measurement of surface tension by the dripping from a needle. *Physics Education*, 41 (5): 440-445. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/41/5/010>
- Gupta CP and Duc TX (1996). Deposition studies of a hand-held air-assisted electrostatic sprayer. *Transactions of the ASAE*, 39 (5): 1633-1639. <https://doi.org/10.13031/2013.27679>
- Ishfaq M, Ashfaq M and Sayyed AH (2005). Effect of power droplet size by hand held spinning disc sprayer. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8 (4): 567-570.
- Krishnan P, Gal I, Kemble LJ and Gottfried SL (1993). Effect of sprayer bounce and wind condition on spray pattern displacement of TJ60-8004 fan nozzles. *Transactions of the ASAE*, 36 (4): 997-1000.
- Krishnan P, Williams TH and Kemble LJ (1988). Technical Note: Spray pattern displacement measurement technique for agricultural nozzles using spray table. *Transactions of the ASAE*, 31 (2): 386-389.
- Lello ER, Patel MN, Matthews GA and Wright DJ (1996). Application technology for entomopathogenic nematodes against foliar pests. *Crop Protection*, 15 (6): 567-574.
- Mason JM, Matthews GA and Wright DJ (1998). Appraisal of spinning disc technology for the application of entomopathogenic nematodes. *Crop Protection*, 17 (5): 453-461.
- Mason JM, Matthews GA and Wright DJ 1999. Evaluation of spinning disc technology for the application of entomopathogenic nematodes against a foliar pest. *Journal of Invertebrate Pathology*, 73: 282-288.
- Matthews GA (2000). Pesticide application methods. (3rd ed.). *Oxford, England: Blackwell Science 7 Ltd*. pp. 432.
- Monaco TJ, Weller SC and Ashton FM (2002). Weed Science: Principles and Practices (4th Edition). *John Wiley & Sons, Inc.*, ISBN: 0-471-37051-7.
- NCBI (2020). Tartrazine. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Tartrazine>. (24.08.2020)
- Parnell MA, King WJ, Jones KA, Ketunuti U and Wetchakit D (1999). A comparison of motorised knapsack mistblower, medium volume application, and spinning disk, very low volume application, of *Helicoverpa armigera* nuclear polyhedrosis virus on cotton in Thailand. *Crop Protection*, 18: 259-265.
- Piggott SJ, Clayton R, Matthews GA and Wright DJ (2003). Development of a new application apparatus for entomopathogenic nematodes. *Pest Management Science*, 59: 1344-1348.
- Sayinci B ve Çömlek R (2015). İlaç tutunma analizleri için pestisitlerin yerine kullanılan sentetik renk maddelerinin geri kazanımı. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 11(3): 221-229.
- Sayinci B, Demir B and Açık N (2020). Comparison of spray nozzles in terms of spray coverage and drop distribution uniformity at low volume. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 44(3): 262-270. <https://doi.org/10.3906/tar-1905-112>

- Sayinci B, Demir B, Çömlek R and Boydaş MG (2019). Comparison of spray transfer and penetration of different hydraulic nozzles at low application volume. *Alinteri Journal of Agriculture Sciences*, 34 (1): 67-75. <https://doi.org/10.28955/alinterizbd.578538>
- Shapiro-Ilan DI, Gouge DH, Piggott SJ and Fife JP (2006). Application technology and environmental considerations for use of entomopathogenic nematodes in biological control. *Biological Control*, 38 (1): 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.09.005>
- Sigma-Aldrich (2020). Tartrazine. <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/substance/tartrazine53436193421011?lang=en®ion=TR>. (24.08.2020)
- Smith DB, Askew S D, Morris WH, Shaw DR and Boyette M (2000). Droplet size and leaf morphology effects on pesticide spray deposition. *Transactions of the ASAE*, 43 (2): 255-259. <https://doi.org/10.13031/2013.2700>
- Spillman JJ (1984). Spray impaction, retention and adhesion: An introduction to basic characteristics. *Pesticide Science*, 15: 97-106. <https://doi.org/10.1002/ps.2780150202>
- Wang G, Han Y, Li X, Andaloro J, Chen P, Hoffmann WC, Han X, Chen S and Lan Y (2020). Field evaluation of spray drift and environmental impact using an agricultural unmanned aerial vehicle (UAV) sprayer. *Science of the Total Environment*, 737: 1 39793. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139793>
- Wang G, Lan Y, Qi H, Chen P, Hewitt A and Han Y (2019). Field evaluation of an unmanned aerial vehicle (UAV) sprayer: effect of spray volume on deposition and the control of pests and disease in wheat. *Pest Management Science*, 75: 1546-1555. <https://doi.org/10.1002/ps.5321>
- Womac A, Etheridge R, Seibert A, Hogan D and Ray S (2001). Sprayer speed and venture-nozzle effects on broadcast application uniformity. *Transactions of the ASAE*, 44 (6): 1437-1444. <https://doi.org/10.13031/2013.7011>
- Yıldız N, Akbulut Ö ve Bircan H (2005). İstatistiğe giriş. Uygulamalı temel bilgiler çözümlü ve cevaplı sorular. *Aktif Yayınevi, Erzurum*, s. 321.
- Zhu H, Dorner JW, Rowland DL, Derksen RC and Ozkan HE (2004). Spray penetration into peanut canopies with hydraulic nozzle tips. *Biosystems Engineering*, 87 (3): 275-273. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2003.11.012>
- Zhu H, Rowland DL, Dorner JW, Derksen RC and Sorensen RB (2002). Influence of plant structure, orifice size, and nozzle inclination on spray penetration into peanut canopy. *Transactions of the ASAE*, 45 (5): 1295-1301. <https://doi.org/10.13031/2013.11058>



Development of a Low Cost Two-Row Groundnut Planter

Adewale Moses SEDARA¹* Roseline LANWO¹ Oluwadunsin Seun SEDARA¹

¹Department of Agricultural and Environmental Engineering, School of Engineering and Engineering, The Federal University of Technology, Akure, Nigeria, PMB 704,

(*): Corresponding author, adewale.sedara@gmail.com, Tel: +2348188068438

ABSTRACT

The groundnut seed composed of approximately equal weight of fatty and non-fatty oil. The groundnut cake (kulikuli- Hausa name in Nigeria) contains concentrated protein, minerals, and vitamins in addition research finding revealed that no part of the nut is a waste. The kernel without the nuts can be used as hay to feed animals like, horse or ash manure. Planting machine or planter that is normally required to produce more food is beyond the buying capacity of smallholder's farmers, which result in low productivity especially in the production of grains. An improved manual two-row groundnut planter was developed and evaluated for its performance using locally sourced materials which can be adapted for gardens and smallholder farmers. The machine has the following parts which are furrow opener, handle, frame, hopper, discharge tube, metering unit, and roller housing. The machine was evaluated for field capacity and metering efficiency (3 hole metering devices) at different forward speeds. It was observed that the machine field capacity efficiency of was 82%. Using standard error bars the highest metering efficiency of 92% was observed at 0.7 m s⁻¹ machine speed. The ANOVA (analysis of variance) shows that speed as significant effect on metering efficiency with a p-value of 5.44E-18. The planter could plant an average of five seeds per point. It is simple, cheap and the ergonomics of the machine was considered which makes it easy to operate.

RESEARCH ARTICLE

Received: 08.07.2020

Accepted: 31.08.2020

Keywords :

- Groundnut,
- Planter,
- Metering efficiency,
- Field efficiency,
- Planting efficiency

To cite: Sedara AM, Lanwo R, Sedara OS (2020). Development of a Low Cost Two-Row Groundnut Planter. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 324-338. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.009>

INTRODUCTION

Groundnut (*Arachis hypogea*) is a species in the legume or beans family. Groundnut originated from South America and is mainly produced in the tropical and subtropical regions of the world. It is cultivated on subsistence and commercial bases for food and industrial purposes (Thakur *et al.*, 2013; Mohammed *et al.*, 2018). Groundnuts take about 3-5 days to germinate and emerge from the soil at 30 °C. Groundnut seeds contain 40-50% oil and 20-50% protein. The groundnut seed composed of approximately equal

weight of fatty and non-fatty oil. The general productivity of groundnut in Africa is comparatively low, compare to that of America due to a number of constraints such as biological, undulating climate, socio-economic factors, pests and diseases (Zongo *et al.*, 2019). The average output of groundnut in Africa (902.6 kg ha⁻¹) is very low comparative to the American output of 33381.4 kg ha⁻¹ (FAOSTAT, 2018). The average yield of groundnut in Africa is about ¼ of that of the America's and about ½ of the yield of Asia due to low mechanization, pressure of pest and diseases and low yielding varieties among others (Desmae and Sones, 2017). Groundnut is considered as the most valuable crop among legumes, grown in West Africa because of its economic, dietary and industrial advantages (Sugri, 2020). Farm machinery is an important element for agricultural development and crop production in many developed countries. The use of machines for agricultural operations has been one of the outstanding developments in the global agriculture during the last decade (Abdalla, 2007). The type of crop, soil condition and available power are considered in the selection of planters (Hunt, 1995). Planters can give different types of distribution and precision pattern, depending on the machine that is being used (Abdalla, 2007). Some researchers have worked on row planters (Ashoka *et al.*, 2012) the twin or two-row groundnut planter and the 48-row planter by John Deere (Russnogle, 2009). As our population continues to increase, it is necessary that we must produce more food, but this can only be achieved through some level of mechanization. It is therefore necessary to develop a low-cost planter that will reduce drudgery and enable smallholder farmer to produce more foods. The specific objectives are to design and fabricate a manually operated two row groundnut planter and evaluate the performance of the planter.

MATERIALS and METHODS

Design principle

The planter is designed to serve as an intermediate technology between the hand tools and the tractor drawn multi-row planters; mainly for smallholder farmers cultivating less than two hectares of land. This is necessary considering that more than half of the farming population in the country cannot afford either to buy or hire tractor drawn planting machinery, given their level of income and size of farm. The planter is intended to minimize drudgery by eliminating continuous bending down and standing up, time wasting, hand method of seed metering, furrow opening, closing, and fatigue that generally characterize traditional seed planting by most Nigerian farmers. The design and material selection also ensured that the machine will be easy to construct, affordable to the target end users, with most of the component parts made with locally available materials, and low technology requiring little or no training for operation and maintenance. The planter is a double row push type working on the principle of fluted roller. To operate it, seeds are poured into the hopper; the planter is then positioned at the desired starting point and pushed along the row. About two seeds are picked up by the metering plate and introduced into the chute. The furrow opener continuously opens the soil and the seeds metered into the chute fall into the opened furrow, which are simultaneously closed by the furrow closer. As the planter is pushed along the row, it plants continuously at 30 cm intra row spacing, until the seeds in the hopper will finish to a level requiring refilling the hopper.

Mechanical factors considered for the design planter

The recommended seed spacing, and depth of seed placement vary from crop to crop and for different agro-climate conditions to achieve optimum yields. The following are considered which can affect emergence of seed;

- a) Uniformity of depth of placement of seed.
- b) Uniformity of distribution of seed along rows.
- c) Transverse displacement of seed from the row.
- d) Uniformity of soil covers over the seed.

Machines that place the seed in the soil and cover it in the same operation create definite number of seed dropped into the soil.

Description of groundnut planter

The developed planter consists of the handle, seed hopper, furrow opener, seed discharge tube, main body (frame) and metering roller housing. The machine was powered by the rotation of the wheel and its motion was transmitted through the shaft to the metering unit. The average mean diameter of groundnut used was 9.23 mm. The seed tube was made of hollow cylindrical metal designed from the hopper to the seed meter. A 25 mm diameter hole on the metering device houses the seed to be planted. Seeds picked from the hopper pass through the upper hole at the open and close castellated metering mechanism to the lower hole into the discharge tube which deposits the seeds into the opened furrow.

Metering disc: the metering mechanism was constructed from the principle of bicycle braking system where the seed-metering component is linked to the regulator handle. Applying the regulator handle causes the seed meter to open for a seed from the hopper to pass through the lower slot tube, into the opened furrow.

Design considerations

The design of manually operated groundnut planter with two rows was based on the following considerations

- e) The ease of fabrication of component parts.
- f) The safety of the operator
- g) The operation of the machine should be simple for small scale or rural farmers.
- h) The materials available locally were used in the fabrication of the components.
- i) Availability and cost of the materials for construction.
- j) Viability of the seed
- k) Nature of the seed (orientation of the seed and moisture content)

Design Analysis and Specification of Planter Component

Determination of the capacity of the Hopper

The hopper is a truncated cone which serves as the input unit, so it was designed to provide smooth supply of groundnut seed into the metering chamber.

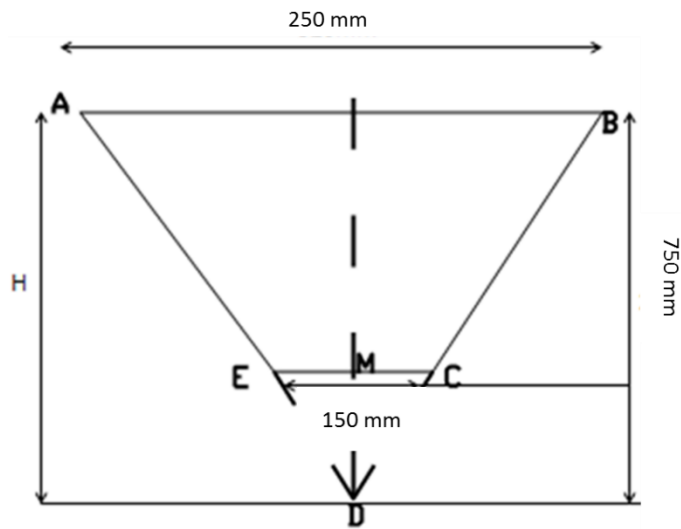


Figure 1. Hopper design

Considering AMB,

$$\frac{EM}{AM} = \frac{h}{250+h}$$

$$\frac{30}{150} = \frac{h}{260+h}$$

$$h=52 \text{ mm}$$

Therefore, the total height $H=52+250= 302 \text{ mm}$.

Volume of hopper = Volume of cone = $\pi l h$

Where $l=250 \text{ mm}$, $h=302 \text{ mm}$

$$\text{Volume} = 3.142 \times 250 \times 302$$

$$= 237221 \text{ mm}^3$$

Shaft Design Calculations and Stress Analysis

The analysis of the linear relationship between the machine shaft loading and stress is to determine the minimum diameter of the auger driving shaft in the metering unit and the proper sizing of the machine members to safely withstand the maximum stress induced within machine members when subjected to separate or combined bending, torsional, axial or transverse loads.

The stress analysis is broken down into two phases the first being the stress resulting from each separate loads/ moment and second, the combined stresses acting at a point to give a resultant stress.

Determination weight of Auger

Outer diameter of Auger (cm) (D)	=	8
Thickness of Auger (cm) (T)	=	5
Inner diameter of Auger (cm) (Di)	=	7.5

Length of Auger (cm)	(L)	=	100
Outer radius (cm)	(R)	=	4
Inner radius (cm)	(r)	=	3.75

From the data above

Volume of metering Auger could be calculated as:

$$\begin{aligned} \text{Volume of metering Auger} &= \pi r^2 L \\ &= 6.0868 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Density of a material is given as according to Khurmi and Gupta, (2005)} = \frac{\text{mass}}{\text{volume}} \quad (1)$$

A relationship for mass therefore could be derived as

Mass = Density of galvanized Steel x Volume of the auger

Since mild steel was used to construct the roller

$$\text{Density of wood } (\rho) = 160 \text{ kg m}^{-3}$$

Therefore:

$$\begin{aligned} \text{Mass of auger} &= 7800 \times 0.0006868 \\ &= 4.8076 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Weight of auger } (W_1) &= \text{mass} \times \text{acceleration due to gravity} \\ &= 4.8076 \times 9.81 \\ &= 47.16 \text{ N} \end{aligned}$$

Therefore, total weight acting on each shaft

$$\begin{aligned} &= \text{Weight of Auger} + \text{Weight of chamber} + \text{Assumed weight of groundnut seeds} \\ (\text{viability of 3}) &= (47.16 + 1.96 + 45) \text{ N} = 94.12 \text{ N} \end{aligned}$$

Machine Shaft Design

A shaft is a rotating machine part used for transmitting power and motion from one point to the other, in this design consideration, a solid shaft is used because of the following reasons:

- i. to ease the conveyance of the cassava tubers;
- ii. to increase the torsional rigidity of the shaft; and
- iii. to withstand the axial loads acting on the shaft.

Determining the loading on the shaft

The following are the loading on the shaft:

- i. torsional load imposed from the energy input, and
- ii. bending load imposed by various loading points along the shaft.

While designing the shaft, a factor of safety $\mu = 1.5$ is assumed

Forces acting on the shaft are:

- i. The Weight of wheel
- ii. The Bearing Reaction
- iii. The point loads of the cylindrical metering device

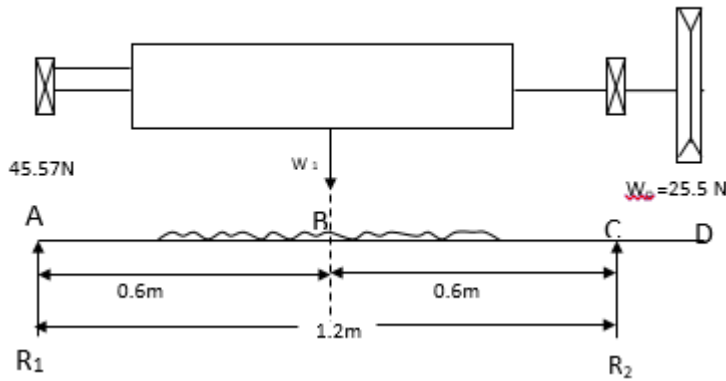


Figure 2. Forces acting on the shaft

where; W_1 is weight of the Auger acting vertically and W_w is weight of wheel.
The weight of wheel is derived thus:

$$W_w = Ma = 2.6\text{kg} \times 9.81 = 25.5 \text{ N}$$

The sum of horizontal forces ($\sum fx = 0$)

$$\text{Therefore, } R_1 - W_1 + R_2 - W_p = 0, R_1 - 94.12 + R_2 - 25.5 = 0, R_1 + R_2 = 119.62 \text{ N}$$

Taking moment at R_1

$$W_1 \times 0.6 - R_2 \times 1.2 + W_p \times 1.27 = 0; 94.12 \times 0.6 - 1.2 \times R_2 + 25.5 \times 1.27 = 0$$

$$56.472 - 1.2 R_2 + 32.385 = 0$$

$$R_2 = \frac{88.857}{1.2}; R_2 = 74.05 \text{ N}$$

$$\text{Therefore, since } R_1 + R_2 = 119.62 \text{ N}; R_1 = 119.62 - 74.05 \text{ N}; R_1 = 45.57 \text{ N}$$

Shear Force

Starting from point A

$$\text{Shear force at point A} = 45.57 \text{ N}$$

$$\text{Shear force at point B} = 45.47 - 94.12 = -48.65 \text{ N}$$

$$\text{Shear force at point C} = -48.65 + 74.05 = 25.4 \text{ N}$$

$$\text{Shear force at point D} = 25.5\text{N} - 25.5\text{N} = 0 \text{ N}$$

(a) Bending Moment

Calculating Bending Moment;

$$\text{At A, } BM_A = 0$$

$$\text{At point B, } BM_B = 45.47 \times 0.6 = 27.282 \text{ N m}$$

$$\text{At point C, } BM_C = 45.47 \times 1.2 - (94.12 \times 0.6) = -1.908 \text{ N m}$$

$$\text{At point D, } BM_D = 45.47 \times 1.27 - (94.12 \times 0.67) + (74.05 \times 0.07) = 0 \text{ N m}$$

$$\text{Maximum bending moment } (M_b) = 27.282 \text{ N m}$$

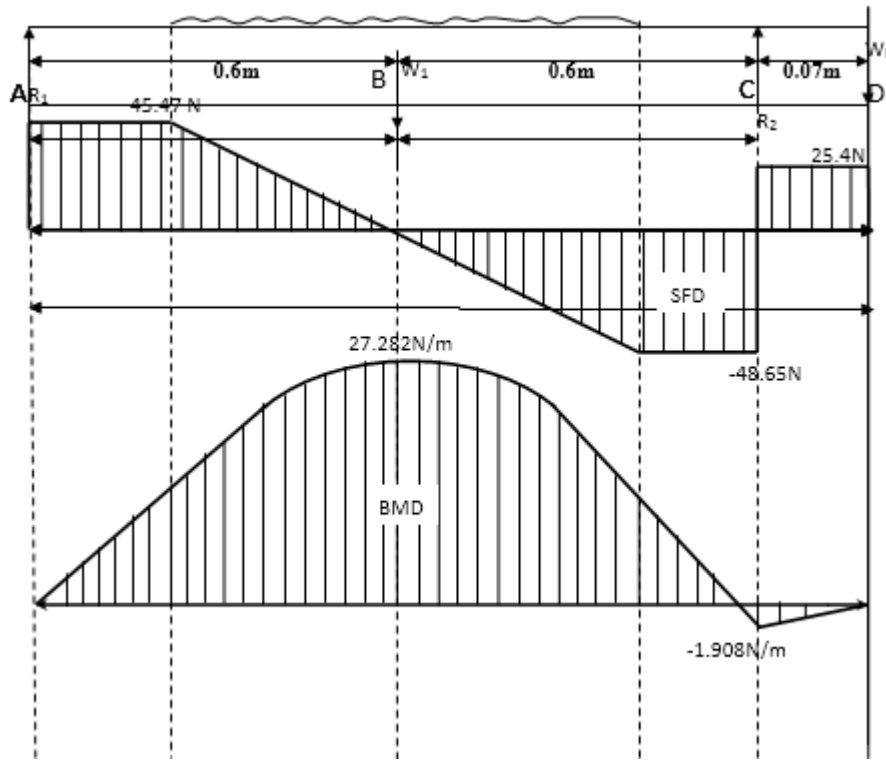


Figure 3. Bending and shear force diagram

(b) Determination of Torsional Moment

The torsional moment acting on the shaft can be calculated from Khurmi and Gupta, (2005) equation;

$$M_t = \frac{60P}{2\pi N} \tag{2}$$

Where P = Power = 750 W (power require to push the planter)

N = Maximum speed of shaft = 700 rpm

Therefore,

$$M_t = \frac{750 \times 60}{2\pi \times 700}$$

$$M_t = 10.24$$

Shaft Diameter

Shaft diameter is given by Khurmi and Gupta, (2005) equation;

$$d^3 = \frac{16}{\pi S_s} \sqrt{(K_b M_b)^2 + (K_t M_t)^2} \tag{3}$$

Where d = Diameter of the shaft

$$S_s = 55 \times 10^6 \text{ N m}^{-2} \quad (\text{Allowable Shear stress for shaft without keyway})$$

$K_b = 1.5$ (combined shock & fatigue factor applied to bending moment)

$K_t = 1$ (combined shock & fatigue factor applied to torsional moment)

$$M_b = 27.282 \text{ N m}^{-1}$$

$$M_t = 10.23$$

Therefore,

$$d^3 = \frac{16}{\pi \times 55 \times 10^6} \sqrt{(1.5 \times 27.282)^2 + (1 \times 10.23)^2}$$

$$d^3 = \frac{16}{\pi \times 55 \times 10^6} \sqrt{1674.69 + 104.65}$$

$$d^3 = \frac{16}{\pi \times 55 \times 10^6} \sqrt{1779.34}$$

$$d = 0.0157 \text{ m}$$

Applying an assumed factor of safety (μ) of 1.5

$$0.0157 \text{ m} \times 1.5 = 0.0235 \text{ m} = 23.5 \text{ mm}$$

Based on this calculation, a steel shaft 25 mm was selected for the peeling tools.

Design Conception

The conceptual design details of the two-row groundnut planter are shown in Figure 4. The machine was designed using AutoCAD 13 software.

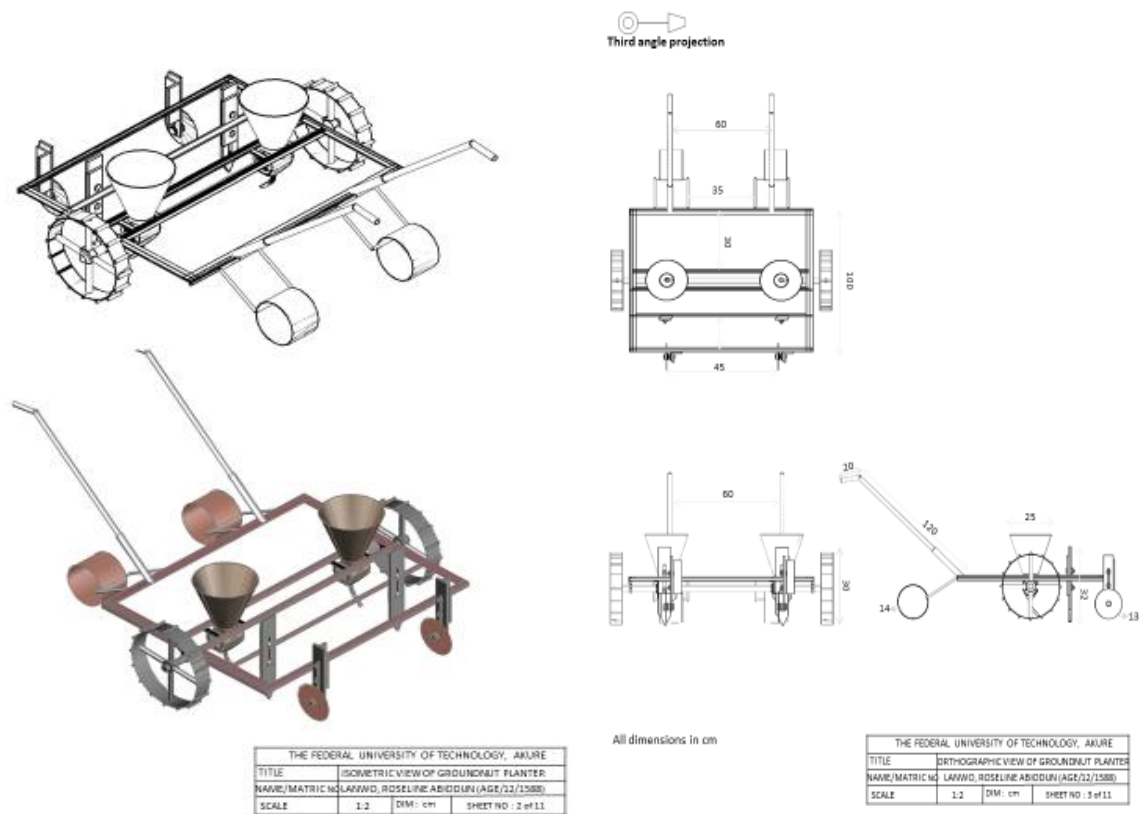


Figure 4. Preliminary design of showing the isometric views and orthography view

Performance Evaluation

Figure 5 shows the fabrication of the groundnut planter in the workshop after which the machine was calibrated using a stopwatch to measure time and making a mark on the wheel to measure the revolution of the wheel. During experimentation the groundnut seeds were dropped at points, this point were marked as shown in Figure 6 and the distance between the points was measured to know the intra row spacing while counting numbers of holes filled with more than five (5) seeds. Three (3) samples of experiment was performed to evaluate metering efficiency of the machine by varying speed and time. In preparation of the plot, the land must be a flat surface, minimum tillage (using cutlass and rake) should have been done before planting as shown in Figure 7 and Figure 8 shows the testing of the machine on the prepared plot.

The field efficiency of the planter was determined using Equation (4) according to Ani *et al.* (2016).

$$\eta_f = \frac{T_a}{T_t} \times 100 \quad (4)$$

where, T_a is the time taken for actual planting operation; T_t is the total time taken. The metering efficiency of the planter would be determined using Equation (5) according to Ani *et al.* (2016).

$$ME = \frac{T_s - T_o}{T_s} \times 100 \quad (5)$$

ME is the metering efficiency of the planter, T_s is the total number of holes in the tested farmland while T_o is the total number of holes with no seed in the tested farmland.

Data Analysis

Results obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) to get Mean differences and standard error bars to get the range of the effect of speed on metering efficiency.



Figure 5. Fabrication of the two-row planter



Figure 6. Calibration of the two-row planter



Figure 7. Preparation of the Plot for Testing of the two-row planter



Figure 8. Testing of the two-row planter (minimum tillage using cutlass and rake for land preparation)

RESULTS and DISCUSSION

Component Designs

Hopper: The hopper is conical on the inside and constructed to have a conical shape. The shape is informed by the nature and location of the seed metering mechanism. To ensure free flow of seeds, the slope of the hopper was fixed at 45° , which is modestly higher than the average angle of repose of the seeds. The material used for the hopper design was 2 mm thick mild steel sheet metal. The capacity of the hopper was 237221 mm^3 .

Furrow opener: The type of furrow opener used for this design is the adjustable 'shovel type' furrow opener which gives a 'v' shaped furrow opening and is suitable because it cuts and displaces the soil sideways for easy planting. The material used for the furrow opener design was mild steel angle iron with dimension $10 \text{ mm} \times 32 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ thickness while the angle of curvature was 35° .

Furrow closer: The furrow closer was also designed to allow for proper covering and compaction of the soil over the seeds in the furrows. The material used for the design was mild galvanized flat plate of $20 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ thickness, fabricated as a packer positioned at the back of the chute.

Seed metering mechanism: The metering mechanism is an essential component in a planter. It picks the required number of seeds and delivers them into the soil through

the chute at required depths created by furrow openers. The diameter is 200 mm and 280 mm in length; the metering device as three (3) holes with distance of 120 mm each. The cells were designed to pick an average of five seeds and drop them at an intra-row spacing of 120 mm and inter-row spacing of 200 mm. The metering device is attached vertically on a horizontal shaft driven by the front wheel.

Seed chute: The chute is a tube through which the seeds metered out by the cells travel before they are deposited into the furrow. The material used for the design is a cylindrical funnel made of mild steel pipe with a dimension of 22 mm x 10 mm x 12 mm.

Wheel: Wheels of larger diameters are to reduce rolling resistance especially in the case of traction wheels. In this research, the wheel is designed to be a traction wheel to enhance movement on loose soils. The diameter of the wheel is 30 mm with 110 mm connecting rod, which cut across the two-row planter. It has edges for effective gripping on the ground surface. The wheel provides a drive for the metering mechanism through rotation of the wheel.

Metering chamber: the metering chamber was made to be closed on one side and adjustable on the other side. The opening at one side helps for ergonomics, to help in the keying of the metering device. The thickness was 3 mm, 320 mm in length, and 220 mm in diameter.

The handle: The handle is used to provide the push force from a human operator to move the planter from point to point during planting operation. The handle is adjustable to take care of differences in height of operators. The hollow pipe was chosen for the handle because of its high strength and rigidity properties to prevent bending or breaking during operation. The 30 mm x 100 mm x 3 mm dimension was selected because of weight considerations to enable ease of operation.



Figure 9. Different Views of two-row Groundnut Planter

Table 1. Result on the Metering Efficiency of the two-row planter

Test	Time (s)	Speed (m s ⁻¹)	Number of holes with seeds	Numbers of holes without seeds	Metering efficiency (%)
1	15	0.7	13	1	92.8
2	20	0.45	14	2	87.5
3	25	0.4	17	2	89.5
4	30	0.28	21	3	87.5
5	35	0.29	25	2	92.6
6	40	0.25	28	3	90.3
7	45	0.22	32	3	91.4

Determination of field efficiency

The field efficiency of the planter was determined as 82% using equation 6;

$$\eta_f = \frac{T_a}{T_t} \times 100 \tag{6}$$

T_a is the actual time taken for the planting operation 45 secs, T_t is the total time taken 55 secs

$$\eta_f = \frac{45}{55} \times 100 = 82\% \tag{7}$$

Metering efficiency

Table 2 shows the relationship between the machine speed and metering of the machine. The metering efficiency was determined using Equation 5; for the metering device with 3 holes. The highest metering efficiency of the planter was 92.8% with machine speed of 0.7 m s⁻¹.

Table 2 shows that the speed of the machine as significant effect on the metering efficiency with P-value of 5.44E-18. Figure 10 shows how the speed affects the metering efficiency graphically and standard error bars, it was observed that at the highest speed of 0.7 m s⁻¹ the metering efficiency is the highest at 92.8% compared to other speed. The lowest metering efficiency of 87.5% was observed at 0.45 m s⁻¹ and 0.28 m s⁻¹ respectively. This means the machine can perform effectively at high speed and improve the sowing quality.

The manual two-row groundnut planter machine has considerable potential to greatly increase productivity in Nigeria, helping the farmers to reduce drudgery. Other countries of the world where the two-wheel tractor is the main traction unit in farming it can also be in cooperated. The main task now is to promote this technology and have available to farmers at an affordable price because the materials used for fabrication are locally sourced. The manual two-row groundnut planter machine can be readily made from local sourced components and fabricated in the Agricultural Engineering workshop, FUTA. The only specialized items required are the seed-metering device.

Table 2. ANOVA Table for the effect of speed on metering efficiency of the machine
ANOVA: Single Factor

SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Speed(M/Secs)	7	2.59	0.37	0.027933		
Metering Efficiency (%)	7	613.788	87.68399	7.543948		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	26683.07	1	26683.07	7047.936	5.44E-18	4.747225
Within Groups	45.43129	12	3.785941			
Total	26728.5	13				

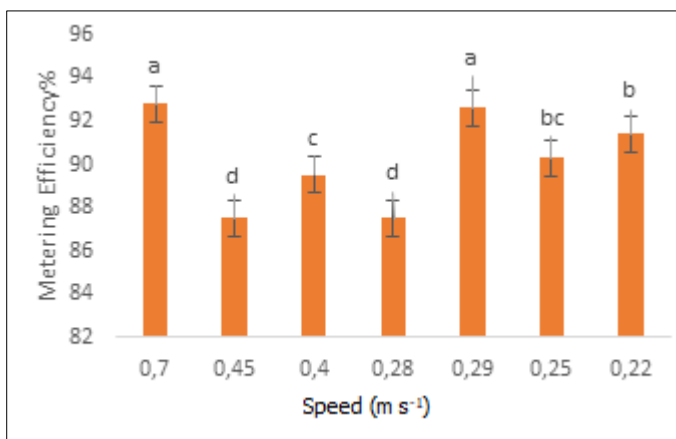


Figure 10. Relationship between metering efficiency and machine speed

Table 3. Comparable table for manual planter, tractor and seed sowing machine

S/N	Parameter	Manual	Tractor	Seed sowing machine
1	Man power	More	Moderate	Less
2	Time required	More	Less	Less
3	Sowing technique	Manually	Automatically	Automatically
4	Distance between seed	Not Fixed	Fixed	Fixed
5	Wastage of seed	Moderate	More	Less
6	Required Energy	High	Very high	Less
7	Cost of machine	Less	Very high	Very less

Table 3 shows the comparison between the developed planter, tractor-mounted planter and seed sowing machine. The planter has more improvement in metering efficiency of 92.8% and field efficiency of 82%, which corresponds to the research of Ani *et al.*, 2016 with the field test results showed that the planter has a metering efficiency of 88.94% and field efficiency of 71.86%. This means that there would be an increase in crop yield, cropping reliability and cropping frequency because of the good metering efficiency. The machine was made of durable and cheap material affordable for the small-scale peasant farmers with lesser maintenance cost with overall production cost of ₦65,480. The seeds can be placed at any required depth because the furrow opener is adjustable; with this plant, germination can be improved. The requirement of labor also decreased. It consumes less time for sowing. Seed can be placed uniformly in a row with the required distance between plants as reported by Kyada and Patel, 2014. The furrow coverer covers the soil properly and provides proper compaction over the seed.

The planter was tested on a prepared plot to plant groundnut, Figure 12 shows groundnut plant growth three (3) weeks after planting.

**Figure 12.** Groundnut plant growth three (3) weeks after planting

CONCLUSION

A low cost two-row groundnut planter has been designed, constructed with locally sourced materials and tested which is adapted for gardens and smallholder farmers. The planter could plant an average of five seeds per point. It is simple, cheap and the ergonomics of the machine were considered which makes it easy to operate. Two-row planter has the highest metering efficiency of 92.8% with 0.7 m s^{-1} machine speed using standard error bars with a field capacity efficiency of was 82%. The ANOVA (analysis

of variance) shows that speed is a significant effect on metering efficiency with p-value of 5.44E-18. This planter is economical and can be adopted for planting different cultivar of groundnut by commercial farmers.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The authors affirm that there is no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

Adewale Moses Sedara contributed to the manuscript in conceptualization, writing original draft and review.

Roseline Lanwo contributed in the aspect of investigation and experimentation.

Oluwadunsin Seun Sedara is the project supervisor and contributed in editing of the original draft.

REFERENCES

- Abdalla ANO (2007). *Comparison of two row planting machine performance as effected by forward speed under two soil condition*. MSc. Thesis University of Khartoum.
- Ani OA, Uzoejinwa BB and Anochili NF (2016). Design, construction and evaluation of a vertical plate maize seed planter for gardens and small holder farmers. *Nigerian Journal of Technology*, 35 (3): 647-655.
- Ashoka HG, Jayanthi B and Prashantha GM (2012). Performance evaluation of power drawn six row groundnut planter. *International Journal of Agricultural Engineering*, 5 (2): 123-126.
- Desmae H and Sones H (2017). Groundnut cropping guide.
- Food and Agricultural Organizations of the United Nations FAOSATAT (2018). Statistical Data Base. *Food and Agricultural Organizations of the United Nations: Rome, Italy*.
- Hunt DR (1995). Farm power and machinery management seventh ed. *Iowa state university press Amis*. USA. p. 82-90.
- Khurmi RS and Gupta JK (2005). "A Textbook of machine design" 14th revised Russnogle J (2009). "World's Largest Planter: John Deere's DB120". *Corn & Soybean Digest*.
- Kyada AR and Patel DB (2014). "Design and development of manually operated seed planter machine" of Lecture 5th International and 26th All India Manufacturing Technology, *Design and Research Conference (AIMTDR 2014)*, IIT Guwahati, Assam, India. Vol 2.
- Mohammed K, Afutu E, Odong T, Okello D, Nuwamanya E, Grigon O, Rubaihayo P and Okori P (2018). Assessment of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes for yield and resistance to late leaf spot and rosette diseases. *Journal of Experimental Agriculture International*, 21: 1-13.
- Sugri I (2020). Prevalence, perception and participatory management of aflatoxins in groundnut with emphasis on Northern Ghana. *Acta Scientific Nutritional Health*, 4: 01-10.edition. Chapters 2, 14 and 18.
- Thakur VK, Thakur MK and Gupta RK (2013). Rapid synthesis of graft copolymers from natural cellulose fibers. *Carbohydrate polymers*, 98: 820-828.
- Zongo A, Konate AK, Koita K, Sawadogo M, Sankara P, Ntare BR and Desmae H (2019). Dialy analysis of early leaf spot (*Cercospora arachidicola* Hori) disease resistance in groundnut. *Agronomy*, 9: 15.



Sultansuyu Tarım İşletmesi Süt Sığırcılığı Faaliyetlerinde Girdi ve Maliyetlerin Belirlenmesi

Veysel Kaya YIĞMATEPE^{IDa} Mehmet Metin ÖZGÜVEN^{IDa*}

^aBiyosistem Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tasliciftlik, Tokat, TÜRKİYE

(*): Corresponding author, metin.ozguven@gop.edu.tr; Tel: +90-356-2521616, Fax: +90-356-2521488

ÖZET

Bu çalışmada, asıl kuruluş amacı damızlık hayvan ve tohum üretimi olarak 2 kısım altında toplanabilecek TİGEM'in Malatya ilinde bulunan Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğü'nün hayvancılık şubesi süt sığırcılığı bölümünün girdi ve maliyetlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 2011-2015 yılları arası gerçek üretim şartlarında süt sığırcılığı faaliyetine ilişkin muhasebe ve işletme kayıtları kullanılmıştır. 2011-2015 yılları arası ortalaması olarak çalışma sonuçları, işletmenin masraf unsurları arasında toplam maliyet %59.6 ile yem masrafları, %19.34 ile teknik eleman ve işçi masrafları, %11.16 ile amortisman giderleri, %6.14 ile diğer giderlerin ve ilaç giderlerinin %3.76'yı oluşturduğu tespit edilmiştir. Gelir kaynaklarının ise; %41.76'lık kısmının süt gelirleri, %29.52 ile damızlık ve reforme gelirleri, %20.02 ile çağ farkı gelirleri, %8.56 ile gübre gelirleri ve 0.1 ile sığır derisinden oluştuğu belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 05.08.2020
Kabul tarihi: 05.09.2020

Anahtar Kelimeler:

- Ekonomik analiz,
- Süt sığırcılığı,
- Süt maliyeti,
- Tarım işletmeleri

Alıntı için: Yiğmatepe V K, Özgüven M M, (2020). Sultansuyu Tarım İşletmesi Süt Sığırcılığı Faaliyetlerinde Girdi ve Maliyetlerin Belirlenmesi. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 339-353. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.010>

Determination of Inputs and Costs in Dairy Farms Activities of Sultansuyu Agriculture Enterprises

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the inputs and costs of the milk cattle section of the animal husbandry branch of Sultansuyu Agricultural Directorate in Malatya province, which will be able to be gathered under 2 parts as the main establishment aim breeding and seed production. In the actual production conditions of the years 2011-2015, the accounting and operating records related to dairy cattle activity were used. According to results 2011-2015 averages; percentage of total cost of the enterprise's cost elements was found to be 59.6% for feed costs, 19.34% for technical staff and labor costs, 11.16% for amortization expenses, other expenditures with 6.14% and drug costs with 3.76%. Income sources were determined as 41.76% milk incomes, 29.52% breeding and reforming incomes, 20.02% age difference incomes, 8.56% fertilizer incomes and 0.1 and cattle breeds.

RESEARCH ARTICLE

Received: 05.08.2020

Accepted: 05.09.2020

Keywords:

- Economic analysis,
- Dairy cattle,
- Milk cost,
- Agricultural enterprises

To cite: Yiğmatepe V K, Özgüven M M, (2020). Determination of Inputs and Costs in Dairy Farms Activities of Sultansuyu Agriculture Enterprises. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 339-353.
<https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.010>

GİRİŞ

Hayvansal üretimde ilk istenen koşul et ve süt verimi yüksek ırklarla yetiştiricilik yapılmasıdır. İkinci olarak hayvanların yeterli ve dengeli beslenerek hayvanların bireysel potansiyelinden en yüksek düzeyde yararlanılmasıdır. Üçüncü olarak ise hayvansal üretimde en büyük kayıpların yaşanmasına sebep olan hastalıklara karşı koruyucu sağlık önlemlerinin alınması ve hastalıkların erken teşhis edilerek gerekli müdahalenin anında yapılmasıyla sağlık giderlerinin en aza indirilmesidir (Özgüven, 2017). Hayvancılık sektörü; nüfusun beslenmesine katkısı yanında, değişik üretim kollarına hammadde sağlama, istihdam, lojistik sektörün ve perakendeciliğin gelişmesine sağladığı değer artışları, kırsal kalkınmanın gerçekleştirilmesi, kalkınma finansmanının öz sermayeye dayandırılması gibi önemli ekonomik fonksiyonlar üstlenmiştir (Anonim, 2015a). Tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından çok önemli olan hayvancılık faaliyeti, bitkisel üretimin yanında yapılmasıyla insan gıdası olarak tüketilemeyen mera bitkileri, diğer kaba yemler, tarımsal ürün ve gıda sanayi artıklarının değerlendirilmesi sağlanmakta ve tarım işletmelerinin ekonomik olarak faaliyetini yılın her döneminde gerçekleştirebilmesi sağlanmaktadır.

Yeterli ve dengeli beslenme bireylerin sağlığının korunması ve geliştirilmesinde önemli rol oynayan besinler dört gruba ayrılmıştır. Bu dört besin grubu; et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, sebzeler ve meyveler ile ekmek ve tahıllardır. Süt ve süt ürünleri grubunda yoğurt, peynir ve süt tozu gibi süttten yapılan besinler yer almaktadır. Bu besinler protein, kalsiyum, fosfor, B2 vitamini ve B12 vitamini olmak üzere birçok besin öğesinin önemli kaynağıdır (Ünal ve Besler, 2008). Hayvansal besinlerdeki protein miktarları ette %15-20, balıkta %19-24, yumurtada %12, sütte %3-4, peynirde ise %15-25'dir. Sağlık açısından kırmızı et, beyaz et, süt, yumurta gibi

hayvansal ürünlerin düzenli olarak tüketilmesi gerekmektedir. Ancak, ülkemizde tüketilen günlük protein miktarının %73'ü bitkisel kökenli gıda maddelerinden karşılanmaktadır (Anonim, 2013a). Yapılan araştırmalarda yetişkin bir insanın günlük 70 g protein tüketmesi gerektiği ve bunun %40'ının hayvansal kökenli proteinlerden oluşması gerektiği belirtilmektedir. Bu da sadece et, süt, yumurta ve bal gibi hayvansal kaynaklı proteinlerden sağlanabilmektedir. Ancak hayvansal kaynaklı gıdaların bitkisel kaynaklı gıdalara oranla daha yüksek maliyet ve daha karmaşık bir üretim planının olması, hayvansal kaynaklı gıdaların fiyatlarının daha yüksek olmasına sebep olmaktadır. Bu sebeptendir ki hayvansal ürünlerin tüketiminin arttırılması, hayvan varlığının arttırılması ve ulaşılabilir düzeye getirilmesiyle mümkün olabilmektedir (Anonim, 2015b).

Başta et, süt ve yumurta gibi gıda maddeleri olmak üzere insanların önemli ihtiyaçlarını karşılayan hayvancılık, tarımın önemli alt sektörlerinden biridir. FAO verilerine göre 2013 yılında tarım sektörü dünya gayri safi hasılasının %3,1'ini oluşturmakta, hayvancılık sektörü ise tarımsal gayri safi hasılasının %38'ini oluşturmaktadır. Bu oran AB ülkelerinde %55, ABD'de %49 iken gelişmekte olan ülkelerde yaklaşık %36 civarındadır (Anonim, 2015c). Gelişmiş ülkelerde ortalama sığır karkas ağırlığı 250 kg dolayında iken, ülkemizde 160-170 kg'dır. Sığır başına laktasyon süt verimi bu ülkelerde ortalama 5000-6000 kg olup, ülkemizde 1400-1500 kg'dır. Ülkemizde hayvansal üretimin geliştirilmesi amacıyla hayvan ıslahı, hayvan hastalık ve zararlılarıyla mücadele, mera kullanımının düzenlenmesi ve yem bitkileri üretiminin arttırılması ile yayım hizmetleri yaygınlaştırılmalıdır (Anonim, 2000).

Ülkemizdeki süt üretimine ilişkin toplam işletme sayısı diğer ülkelere kıyasla oldukça yüksektir. Ancak işletmelerin sahip oldukları hayvan sayılarına göre kapasiteleri gruplandırıldığında ülkemizde çok sayıda küçük ölçekli süt işletmesi olduğu görülmektedir. AB üye ülkelerinde çiftlik başına düşen süt ineği sayısı 32,2 iken, ülkemizde bu ortalama 4.5 baş civarındadır. Ülkemizde 1,3 milyon olan süt işletmesi sayısının %80'i 1-10 baş arası hayvana sahipken, işletmelerin %20'lik bir kısmı 10 ve daha fazla hayvana sahip çiftliklerden oluşmaktadır. İşletmelerin sahip oldukları hayvan sayılarına göre küçük olması; girdi maliyetlerinin yüksek olmasına, süt verimi yüksek sığır ırklarının temininde güçlüklerle, süt ve süt ürünlerinin pazarlanması ve genel anlamda süt sığırcılığının etkinliği ve verimliliğini sağlayacak olan örgütlenmede güçlüklerle neden olmaktadır (Anonim, 2013b).

Süt sığırını yetiştiriciliği uzun vadeli planlamayı gerektiren bir yatırım kararıdır. Dolayısıyla yatırım döneminden başlayarak yatırım maliyeti ile birlikte ortaya çıkacak bütün gelir ve giderlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Yatırım döneminde inşaat ve makine ekipman maliyetleri önemli yer tutmaktadır. Üretim döneminde ise, yıllık direkt ilk madde malzeme (yem) maliyetleri, direkt işçilik, sigorta, suni tohumlama, veteriner ve ilaç, elektrik, su, yakıt, bakım ve amortisman maliyetleri gibi birçok maliyet unsuru söz konusu olmaktadır. Bu maliyetlere karşın temel gelir kalemi süttür. Süt satışından elde edilen gelirin yanı sıra kasaplık ve damızlık hayvan satışından elde edilen gelirler (reform inek, dişi ve erkek buzağı satışı) yıllık teşvik gelirleri ve gübre satış gelirleri süt inekçiliği üretim işletmelerinin temel gelir kaynaklarını oluşturmaktadır (Hacıhasanoğlu, 2015).

Türkiye'de farklı illerdeki sığırcılık işletmelerinin yapısal durumlarını ve ırk tercihlerini belirlemeye yönelik olarak daha önceki yıllarda yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Bu tip çalışmaların daha yaygın şekilde ve belirli aralıklarla

tekrarlanması, alandaki verilerin güncellenmesi, sektördeki mevcut durumun tespiti, zaman içerisindeki değişimlerin takip edilebilmesi ve sorunlara çözümler üretilebilmesi yanında geleceğe yönelik gerçekçi planlamaların yapılabilmesi için de önem arz etmektedir (Şeker ve ark., 2012).

Bu çalışma, Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne (TİGEM) bağlı olan Malatya ili Akçadağ ilçesinde yer alan Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğü'nde 2011-2015 yılları arası süt sığırcılığı faaliyetinde girdi ve maliyetlerin belirlenmesi için maliyeti oluşturan masraf unsurları, yem giderleri, sağlık giderleri ve gelir kaynakları alt başlıklar halinde incelenmiş ve işletmenin verimlilik rantabilite ilişkisi değerlendirilmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini Malatya ili Akçadağ ilçesinde yer alan Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü'ne (TİGEM) bağlı Sultansuyu Tarım İşletmesi'nin (Sultansuyu TİM) Yeniköy arazileri içerisinde yapılan hayvancılık faaliyetleri içerisinde yer alan 247 ana kadroluk Montofon (Brown Swiss) cinsi süt sığırcılığı faaliyetine ilişkin muhasebe ve işletme kayıtları oluşturmaktadır.

İşletmede sığırcılık şubesinde 1 Adet 90 BG ve 1 Adet 55 BG olmak üzere 2 adet traktör, 1 adet 12 m² ve 1 adet 15 m² olmak üzere 2 adet yemleme vagonu, 1 adet sıyrığı 1 adet 12'li süt sağım tesisi ile 2 adet 4'er tonluk süt soğutma tankı bulunmaktadır. İşletme 2017 yılı itibarıyla 300 baş ana kadro ve toplam 650 baş sığır varlığı ile hayvancılık faaliyetini sürdürmektedir.

Süt sığırlarının bulunduğu tesiste gündüz ve akşam vardiyalarında ilk olarak sağım gerçekleştirilmektedir. Gruplar halinde kendilerine ait padoklarda bulunan inekler yine gruplar halinde sağım tesisine yönlendirilip 12'li süt sağım tesisinde sağımları gerçekleştirilmektedir. Gruplar halinde sağım tesisine yönlendirilen hayvanlar buldukları padokları terk ettiği andan itibaren 55 BG'lik traktör sığırların sağım dönüşü temiz ve ferah bir ortama dönüş yapabilmesi için sağım bitene kadar 3 nokta askı sistemine bağlı bir sıyrığı ile temizliği gerçekleştirmektedir. Sağım sonrası yeme ve suya ihtiyaç duyan hayvanların bu ihtiyaçlarını anında gidermek için 1 adet 90 BG'lik traktör çekilir tip yemleme vagonu ile hayvan başına 4.5 kg kesif yem, 1 kg yonca, 1 kg hasıl fiğ, 1 kg çayır otu ve 10.5 kg silaj olacak şekilde ayarlanmış rasyonu sağım esnasında yemliklere dağıtmaktadır.

Süt sağım tesisinde sağımın yanı sıra hasta hayvan tanıma, sağılmayan hayvan bildirim sistemi, süt verimi düşen hayvan bildirim sistemi ve her bir hayvan için süt verimi ölçme sistemi bulunmaktadır. Sağım esnasında hayvanlardan elde edilen süt ilk olarak sağım tesisinde bulunan 60 l'lik küçük tanka aktarılmaktadır. Tank dolunca şamandıra yardımıyla pompa çalıştırılıp büyük soğutma tanklarına süt gönderilmektedir. Soğutma tanklarına aralıklarla gelen süt soğutma tanklarında 4°C'ye kadar soğutulup sistem otomatik olarak durmaktadır. Sıcaklık 4°C'nin üstüne çıktığında, soğutma sistemi otomatik bir şekilde tekrar çalışıp sıcaklığın taşıma araçlarına nakline kadar 4°C'de tutulması sağlanmaktadır. Bu şekilde sağım sisteminde sağım tamamlandıktan sonra, soğutma tanklarında ise nakil işleminden sonra sistemin temizleme mekanizması devreye girip önce soğuk suyla durulama yapılmakta ardından sıcak su dezenfektan ile birlikte bütün sistemi dolaşım sisteminin temizliği yapılmakta ve son olarak soğuk su ile tekrar durulama yapılmaktadır. Sağım

sisteminde ek olarak fanlar yardımı ile borularda sıvı kalmayacak şekilde sistemin kurulması sağlanmaktadır.

Tarım işletmeciliği alanında yapılan araştırmalarda, materyalin toplanması aşamasında uygulanabilecek çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bunlar; Muhasebe Kayıtlarından Yararlanma, Direkt Mülakat Yöntemi ve Posta Surveyi olarak sıralanmaktadır (Çiçek ve Erkan, 1996). Direkt mülakat yönteminin maliyet, zaman, olası yanlışlık, kayıtlı veya yazılı bilgileri kullanamama, zaman ayırma güçlüğü, gizliliğin ortadan kalkması, soru standardının olmayışı ve bireylere ulaşma güçlüğü gibi dezavantajları bulunmaktadır (MEB, 2012). Posta surveyi yöntemiyle toplanacak anket verilerinin üreticilerin eğitim eksikliği, kayıtsız kalma, soruların yanlış anlaşılması ya da anket formlarının geri dönmemesi gibi olumsuz yönleri bulunmaktadır. Ayrıca cari tarımsal üretim istatistikleri il/ilçe Tarım Müdürlüğü çalışanlarının kendi bölgelerindeki izlenimlerine dayandığından objektif metotlarla ölçülecek değerlerle aralarında farklar olabileceği düşünülmektedir (Güneş ve Arıkan, 1985).

Sultansuyu Tarım İşletmesinde 2011-2015 yılları arasında gerçek üretim şartlarında süt sığırcılığı faaliyetine ilişkin tutulan muhasebe ve işletme kayıtları kullanılarak yapılan ekonomik analiz ile süt sığırcılığı faaliyetinin karlılık durumu incelenmiştir. Süt sığırcılığı tesisindeki faaliyetlerin girdi ve maliyetlerinin belirlenmesi amacı ile maliyeti oluşturan masraf unsurları, yem giderlerinin, sağlık giderlerinin, diğer giderlerin ve gelir kaynaklarının detaylı bir şekilde incelenmesi ve BBHB düşen miktarlarının hesaplanmasıyla oluşturulmuştur. Hesaplamalarda aşağıdaki formüller kullanılmıştır. Burada Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB) (Erkuş ve ark., 1995), Alet ve Ekipmanların amortisman gideri (EKA) (Aras, 1988) ve Makine Değerleri Toplamı (MDT) (Aras, 1988).

$$BBHB = \frac{EKA}{\text{İşletmedeki Toplam Hayvan Sayısı}} \quad (1)$$

$$EKA = \frac{MDT * 20 - MDT * 9,85}{100} \quad (2)$$

$$1 \text{ Kg Süt Maliyeti} = \frac{\text{Yıl İçindeki Diğer Masraflar} - \text{Yan Gelirler}}{\text{Bir Yıllık Toplam Süt Üretim Miktarı}} \quad (3)$$

Çalışmada 2011-2015 yılları esas alınmış olup işletmenin muhasebe kayıtları hayvancılık şubesinin tuttuğu kayıtlar esas alınarak veriler analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Sultansuyu tarım işletmesi süt sığırcılığı faaliyetinde girdi ve maliyetlerin belirlenmesinde kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Maliyeti Oluşturan Masraf Unsurları

Maliyeti oluşturan masraf unsurları iş gücü gereksinimleri, yem giderleri sağlık giderleri ve diğer giderler başlıkları altında bir araya getirilmiştir. Sultansuyu tarım işletmesi müdürlüğü süt sığırcılığı ve damızlık Limousin yetiştiriciliği işlerini tek çatı altında yürüttüğünden giderler ve gelirlerde hayvancılık şubesi olarak tek çatı altında

toplanmıştır. Süt sığırcılığı maliyetleri hesaplanırken Büyük Baş Hayvan Birimi (BBHB) göz önünde bulundurulmuştur. Aras (1988), BBHB hesaplamasında buzağılar için (0-6 aylık) 0.20, genç hayvanlar için (7 -12 aylık) 0.40, dana ve düveler için (12 - 24 aylık) 0.70, inekler için (24 + aylık) 1.0, boğalar için 1.20 katsayılarının kullanılmasını bildirmiş olmasına rağmen, Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğü tarafından uzun yıllar inek, dana-düve, buzağı ağırlıkları ve yem tüketimlerini göz önünde bulundurularak kendi BBHB katsayılarını oluşturmuş ve bu çalışmada da BBHB hesaplanırken bu katsayılar kullanılmıştır. Bu katsayılar, inek ve boğalar 1 birim, düve ve tosunlar 0,6 birim, danalar 0,45 birim, buzağılar 0,2 birimdir. 2015 Yılında işletmede bulunan hayvan ırkları ve hayvan hareketleri Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Sultansuyu tarım işletmesi 2015 yılı sığırcılık hareketleri (Esmer Irkı)

Table 1. Sultansuyu agricultural enterprise 2015 cattle movements (Brown Swiss Race)

	Boğa	İnek	Genç Boğa	Düve	Erkek Dana	Dişi Dana	Erkek Buzağı	Dişi Buzağı	Toplam
Yılbaşı Mevcudu	0	253	0	112	7	44	45	42	503
Satın Alınanlar									0
Doğanlar							113	94	207
Çağdan Gelenler	1	50	15	83	74	92			315
Girişler Toplamı	1	303	15	195	81	136	158	136	1025
Reforme Edilenler	1	42	0	7	2	1	1	2	56
Diğer İşl. Giden					18		13		31
Dam. Satılanlar				25					25
Kesilenler	0	8	0	0	1	0	1	0	10
Ölenler	0	3	0	0	0	1	11	1	16
Çağa Gidenler			1	50	15	83	74	92	315
Çıkışlar Toplamı	1	53	1	82	36	85	100	95	453
Yılsonu Mevcudu	0	250	14	113	45	51	58	41	572

Çizelge 2. Sultansuyu tarım işletmesi 2015 yılı sığırcılık hareketleri (Limousin Irkı)

Table 2. Sultansuyu agricultural enterprise 2015 cattle movements (Limousin Race)

	Boğa	İnek	Genç Boğa	Düve	Erkek Dana	Dişi Dana	Erkek Buzağı	Dişi Buzağı	Toplam
Yılbaşı Mevcudu	0	64	0	40	7	3	9	11	134
Satın Alınanlar									0
Doğanlar							31	32	63
Çağdan Gelenler	0	21	10	13	27	26			97
Girişler Toplamı	0	85	10	53	34	29	40	43	294
Reforme Edilenler	0	11	0	0	0	0	0	1	12
Diğer İşl. Giden					6				6
Dam. Satılanlar									0
Kesilenler	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Ölenler	0	1	0	1	0	0	1	2	5
Çağa Gidenler			0	21	10	13	27	26	97
Çıkışlar Toplamı	0	13	0	22	16	13	28	29	121
Yıl Sonu Mevcudu	0	72	10	31	18	16	12	14	173

Çizelge 1 ve Çizelge 2'de yer alan verilere göre Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğünde 2015 Yılındaki Montofon ırkı BBHB 389,2 Limousin ırkı BBHB 177,1 olmak üzere toplam BBHB 566,3 tür.

İş Gücü Gereksinimleri

Teknik Eleman ve İşçi Masrafları

Sultansuyu Tarım İşletmesi 2011-2015 yılları arası çalışan sayıları Çizelge 3'de ve Çizelge 4'de ise 2011-2015 yılları arası personelin aldığı ücretlerin işletmeye yansıyan toplam yükü aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 3. Sultansuyu tarım işletmesi 2011-2015 yılları arası çalışan sayıları

Table 3. Sultansuyu agricultural enterprise number of employees between 2011 and 2015

	2011	2012	2013	2014	2015
Teknik Eleman Sayısı	2	5	7	7	3
Kadrolu İşçi Sayısı	5	4	3	3	2
Taşeron İşçi Sayısı	12	15	15	13	13

Çizelge 3'deki çalışan sayıları incelendiğinde, 2015 yılı baz alınırca sığırcılık faaliyetlerini yürüten ve şube sorumluluğunu taşıyan 1 Ziraat Mühendisi (Zooteknist), hayvanların hastalık, tohumlama, rasyon ve verim takibinde bulunan 2 veteriner sağlık teknisyeni, işin ve işçilerin iş bölümü ve takibinden, yemlemenin yapılmasından ve sağımın doğruluğunun kontrolünden sorumlu 08:00-16:30 saatleri arası 1 Kahya 16:30-00:00 saatleri arası 1 Kahya olmak üzere 2 Kahya, bakım, yem dağıtımı ve sağımdan sorumlu iki vardiya halinde çalışan toplam 13 taşeron işçi ve 00:00-08:00 saatleri arasında gündüz sağım hazırlığı, bekçilik, acil durumlarda haber ve müdahale için 1 taşeron işçi sığırcılık şubesinin işçi masraflarını oluşturmaktadır.

Çizelge 4. Sultansuyu tarım işletmesi 2011-2015 yılları arası personel maliyeti (TL)

Table 4. Sultansuyu agricultural enterprise personnel cost between 2011 and 2015 (TL)

	2011	2012	2013	2014	2015
Memur	69.625,6	188.080,2	311.577,4	358.314,0	186.961,3
Daimi İşçiler	189.217,8	178.026,2	170.407,2	165.316,3	141.567,2
Taşeron İşçiler	189.275,3	216.359,7	240.215,8	212.139,6	222.007,5

Ekipman Masrafları

Alet ve ekipman masrafları işletmede o yıl mevcut olarak kullanılan traktör yemleme vagonu, tesviye küreği (sıyrgı), süt sağım makinası vb. gibi hayvancılık faaliyetlerini sürdürmede kullanılan ana ve yardımcı alet ve ekipmanların amortisman değerlerinden sermaye faizi (Anonim, 2017a) düşülerek hayvan başına düşen masraf oranı (BBHB) bulunmuştur. Ayrıca Alet ve Ekipmanların amortisman gideri (EKA) (Anonim, 2017b) hesaplanmıştır.

Yem Giderleri

Hayvan başına düşen yem giderlerini kuru ot, yonca ve hasıl fiğ balyası, mısır silajı, posa ve kesif yemler oluşturmaktadır. Yemlerin önemli bir miktarı bitkisel üretim faaliyetlerinin sonucu olarak, işletme tarafından karşılanmaktadır. İşletme tarafından

karşılana bu yemler üretim maliyetleri belirlenip sığırcılık şubesi masrafları olarak kaydedilmektedir. İşletme tarafından karşılanması mümkün olmayan kesif yem gibi gıda maddeleri de ihale yolu ile serbest piyasa üreticilerinden temin edilmektedir. Hayvanlara verilen yem miktarı giderleri BBHB İşletme tarafından karşılanan BBHB ile dışarıdan temin yolu ile BBHB'nin toplamıyla elde edilmiştir.

İşletmece Karşılana Yem Masrafları

Bitkisel üretim faaliyetleri arasında yer alan sap balyası, yonca balyası, hasıl fiğ balyası ve mısır silajı tüketim miktarı Çizelge 5'de verilmiştir. Bu kalemler işletmenin kendi imkânları ve arazilerinin kullanımı ile elde edilen yem çeşitleridir. Toplam maliyetler işletme muhasebe kayıtlarından yararlanılarak BBHB belirlenmiştir.

Çizelge 5. Sultansuyu tarım işletmesinde üretilen yemler ve üretim maliyetleri
Table 5. Feed and production costs produced in Sultansuyu agricultural enterprise

İşletmece Karşılana Yemler	2011		2012		2013		2014		2015	
	Miktar (kg)	Tutar (TL)	Miktar (kg)	Tutar (TL)	Miktar (kg)	Tutar (TL)	Miktar (kg)	Tutar (TL)	Miktar (kg)	Tutar (TL)
Çayır Otları	26.378	6.856	283.564	159.929	53.661	8.049	19.950	3.990	16.244	29.727
Yonca ve Kuru Ot	542.272	211.109	295.458	117.250	400.743	179.088	235.102	75.267	316.568	149.505
Fiğ Otu	276.447	124.542	362.998	130.750	102.060	15.309	377.627	100.575	260.854	52.464
Korunga Otu	103.706	25.242	84.086	23.493	100.008	20.000	105.000	21.000	145.000	29.405
Mısır Silajı	1.306.241	384.734,95	1.597.214	353.690,76	1.458.324	380.186,84	1.520.810	487.332,71	1.769.260	629.980,50
Toplam	2.255.044	752.483	2.623.320	785.114	2.114.796	602.633	2.258.489	688.165	2.507.925	891.081,5

Dışarıdan Temin Yoluyla Oluşan Yem Masrafları

İşletmenin kendi imkânlarıyla elde edemediği ancak süt verimini arttırmak, dengeli beslenmeye yardımcı olmak ve yeterince iyi rasyon düzeyini elde etmek için ihale veya teklif yolu ile dışarıdan alınan muhtelif posa ve kesif yemlerdir (Çizelge 6). Satın alınan yem miktarları ve fiyatları işletme muhasebe kayıtlarından yararlanılarak elde edilmekle birlikte BBHB buradan hesaplanmıştır.

Çizelge 6. Dışarıdan temin ile alınan yemler ve tutarları
Table 6. External feeds taken and their amounts

Dışarıdan Karşılana Yemler	2011		2012		2013		2014		2015	
	Miktar (kg)	Tutar (TL)	Miktar (kg)	Tutar (TL)	Miktar (kg)	Tutar (TL)	Miktar (kg)	Tutar (TL)	Miktar (kg)	Tutar (TL)
Diğer Silajlar ve Posa	809023,0	97475,3	1159888,0	281977,6	254566,0	6420,1	547680,0	16429,4	161149,8	6759,1
Süt Yemi	536988,0	313434,1	591562,0	494741,5	691917,0	499200,3	685160,0	522168,5	642390,0	475703,3
Besi Yemi	226756,0	126700,7	224361,0	145302,0	233912,0	147677,9	174292,0	116291,0	170681,0	111667,4
Büyütme Yemi	38756,0	23918,1	72020,5	48973,9	104916,0	72683,6	94800,0	62937,3	135179,0	94920,0
Diğer Hazır Yemler	137087,0	75211,1	214588,5	146578,4	117059,0	83577,6	237289,0	152045,0	171272,0	107937,0
Toplam	1748610,0	636739,2	2262420,0	1117573,5	1402370,0	809559,4	1739221,0	869871,2	1280671,8	796986,9

Sağlık Giderleri

Sağlık giderlerini hayvanlar için kullanılan yanıkara, şap, sığır vebası gibi rutin aşular, hasta bakım ve tedavi ilaçları, dış parazit için karasinek mücadelesi hastalık taşınmasını önleyici dezenfektanlar ve süt sağım makinasında kullanılan kimyasallar oluşturmaktadır.

İlaç Giderleri

Sığırlarında insanlarda olduğu gibi belli başlı hastalıklara karşı bağışıklık kazanması için aşı uygulaması yapılmaktadır. İşletmede veteriner sağlık teknisyenleri tarafından düzenli olarak yapılan bu aşular kulak numarası, yapılan aşı çeşidi ve aşının uygulama şekli olarak işletme aşı takip cetvellerine not alınmakta ve kayıtları tutulmaktadır. Hastalık etmeni taşıyan sinek ve bunun gibi birçok haşereye karşı işletme belirli aralıklarla ilaçlanmakta ve haşere mücadelesi sürdürülmektedir.

Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğü Sığırcılık Tesisleri hastalıklardan ari işletme sertifikasına sahip bir işletmedir. Hastalıklardan ari diğer işletmeler gibi Tarım ve Orman Bakanlığı'nın Resmi gazetede yayınlanan hayvancılık desteklemeleri hakkında uygulama esasları tebliği (Tebliğ no: 2015/17) (Anonim, 2017c) Hastalıklardan ari yönetmenliğine uygun olarak 22. madde doğrultusunda aşular bağlı bulunan ilçedeki İlçe Tarım Müdürlüğü'nün denetimi ile düzenli olarak yapılma yoluna gidilmiştir. Bu doğrultuda ilaçlar belirli ölçülerde temin edilerek işletme bünyesinde tutulmak yerine aşı programından hemen önce kullanılacak aşıya göre teklif yolu ile yüklü alımlar yapılmıştır. Muhasebe kayıtlarında mevcut olan bu alımlar işletmedeki hayvan sayısına bölünerek BBHB elde edilmektedir.

Sağım ve Temizlik Kimyasalları Giderleri

Sağım ünitesi dikkatli kullanılmayıp dezenfektanı yeteri düzeyde yapılmazsa bakteriyel ve viral hastalıklara ve zararlılara karşı ana taşıyıcı ve barındırıcı etken olabilir. Araştırmalar sırasında gözlemlenen ve sağımıcılarla yapılan görüşmeler neticesinde her sağımda sağımıcı önce ellerini dezenfekte etmekte daha sonra çizmelerini ve sağım önlüğünün dezenfektasını yapmaktadır. Sağım sırası ile genç hayvanlar, yaşlı hayvanlar, tedavi görmüş hayvanlar ve son olarak hasta hayvanlar şeklinde uygulanmaktadır. Sağım bittikten sonra ise meme başları mastitis oluşumunu engellemek için jel bir dezenfektanla kaplanmakta ve son olarak sağım tesisi ile birlikte sütün geçtiği bütün sistemin temizliği ve dezenfektanı sağlanmaktadır.

Diğer Giderler

Sığırcılık faaliyetlerini doğrudan veya dolaylı yoldan etkileyen toplam maliyeti oluşturan masraf unsurlarının yanında çok daha düşük yüzdelere sahip olan bu giderler akaryakıt, madeni yağlar, yedek parçalar, elektrik ve su ücretleri, inşaat bakım ve onarım masrafları, kırtasiye giderleri, hayvan altlıkları olarak sıralanabilmektedir. Doğrudan etkileyen ve sığırcılık faaliyetlerinde kullanılması gereken üretim dışı atıl durumdaki arpa ve buğday saplarının kullanılmasıyla oluşan hayvan altlıklarını dışarda tutacak olursak bu masraflar herhangi bir üretim şubesinde olduğu gibi hayvancılık şubesini de doğrudan ilgilendirmediğinden öncelikle başka bir hesapta yılsonuna kadar toplanarak yılsonunda şube dağılımlarıyla masraf kaydı olarak geçen giderlerdir.

Gelir Kaynakları

Herhangi bir süt sığırcılığı işletmesi gibi Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğü Süt Sığırcılığı tesislerinde de birçok kalem halinde bulunan gider kaynaklarına karşın gelir kaynakları süt gelirleri, desteklemeler, gübre gelirleri, kasaplık ve buzağı gelirleri olarak sıralanabilmektedir.

Süt Gelirleri

Yapılan gözlemler sonucu modern tesislerde el değmeden üretilen sütler sağım sonunda stok tanklarına iletilerek satışa hazır hale getirilmiştir. İşletme şube şefi ile yapılan görüşmelerde süt satışları her yıl öngörülen süt üretimi miktarına göre ihaleye çıkılarak gerekli işletme ve süt işleme belgelerini taşıyan firmalara satışa sunulduğu, tanklarda bekletilen sütler işletmeden kaynaklanan herhangi bir arıza olmadığı müddetçe ihaleyi kazanan firma sorumluluğunda olduğu, ilgili firma her akşam sağımından sonra sütün nakliyesini yapmakla mesul olduğu, yapmadığı takdirde imzalanan sözleşmeye göre üretilen toplam süt miktarının ölçülerek ücretinin firma teslim almış gibi fatura kesileceği bilgilerine ulaşılmıştır. Ayrıca üretilen süttten; yoğurt ve benzeri ürünlere dönüştürülmek ve işletme lojman sakinlerine satılmak üzere istenilen miktarda işletme faydalanma hakkına sahip olduğu da belirtilmiştir. 2015 yılında üretilen süt miktarının bu türde satışı 1,29 TL kg⁻¹ özel sektöre satış fiyatı 1,06 TL kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. 2011-2015 yılları arası toplam süt üretim miktarı, süt gelirleri ve dağıtım yerleri Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. 2015 yılı toplam süt üretim miktarı, süt gelirleri ve dağıtım yerleri

Table 7. 2015 Total milk production, milk revenues and distribution locations

	2011		2012		2013		2014		2015	
	kg	TL	kg	TL	kg	TL	kg	TL	kg	TL
Dâhilde Satılan Süt	61.070	39.695,50	58.248	46.598,40	64.937	57.144,56	54.327	54.870,27	55.389	58.712,34
Harice Satılan Süt	900.394	648.283,68	976.085	878.476,50	1.129.840	1.197.630,40	1.290.880	1.523.238,40	1.224.675	1.579.830,75
Peynir İmaline Verilen Süt	14.540	10.468,80							1.700	1.802,00
Buzağılara İçirilen Süt	59.240	0	98.065	0	106.175	0	79.607	0	78.977	0
Toplam İnek Sütü İstihali	1.035.244	698.447,98	1.132.398	925.074,90	1.300.952	1.254.774,96	1.424.814	1.578.108,67	1.360.741	1.640.345,09

Damızlık ve Reforme Gelirleri

Damızlık ve reforme gelirleri, bir süt sığırcılığı tesisinde önem sıralaması yapacak olursak süt gelirlerinden sonra ikinci sırada yer alacaktır. İşletme tesis kapasitesi fazlalarının diğer işletmelere gönderilmesi, bakanlığın belirli dönemlerde yaptığı çalışmalar sonucu vatandaşa hibe edilip bakanlığa fatura edilmesi, işletme dışında vatandaşa ve özel firmalara satılması sonucu elde edilen gelirlerdir.

Doğan erkek yavrular nadir durumlarda (Boğa istasyonunca sperma sağımı için kullanılmadıkça) damızlık olarak satışa sunulmuştur. Damızlık fiyatları hastalıklardan ari işletme olması ve üstün vasıflı hayvanlar yetiştirilmesi sebebiyle bütün TİGEM’de Türkiye geneli hayvan piyasasının üstündedir. İşletmede doğan buzağuların süttten kesildikten sonraki dönemlerde veya Genel Müdürlükçe ve Bakanlıkça belirlenen politikalar gereği dana, düve veya genç boğa olarak satışı gerçekleşmiştir.

Sağım kayıtlarının tutulması ve her gün incelenmesi sonucu süt verimi ekonomik eşiğin altına düşmüş inekler ile beraber birkaç kez tohumlama denenmesine rağmen gebeliği gerçekleşmemiş yapılan incelemeler sonucu kısır olduğu kesinleşmiş düveler reforme olarak ayrıldıktan sonra açık arttırma yolu ile satışa sunulmuştur.

Teşvikler ve Diğer Gelirler

Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğünce yayınlanan 28612 nolu Resmi Gazetede (Anonim, 2017d) 2013 yılında yapılacak tarımsal desteklemelere ilişkin Bakanlar Kurulu kararı çerçevesinde; hastalıklardan arı sağlık sertifikasını elinde bulunduran ve büyükbaş hayvan sayısı 500'ü geçmeyen işletmelere yaşı altı ayı geçmiş boğalar hariç tüm sığırlar için 375 TL baş⁻¹ ayrıca onaylı süt çiftliği olması halinde ise ilave 50 TL baş⁻¹ destekleme ödemesi yapılacağı bildirilmiştir. Büyükbaş hayvan sayısı 501 ve üzerinde olan işletmeler için bu ödemelerin %50'sine karşılık gelen tutarınca yapılacağı bildirilmiştir. Aynı kararda suni tohumlamadan ve etçil ırklardan doğan buzağular için 75 TL baş⁻¹ döl kontrolü projesi kapsamında suni tohumlamadan doğan buzağıya ise ek olarak 35 TL baş⁻¹ ödeme yapılacağı ayrıca şap aşısı için hayvan başına 0.75 TL ödeme yapılacağı bildirilmiştir. 2015 yılında ilgili maddeler ve bu rakamlar değişmeden desteklemeler aynı şekilde uygulanmaya devam edilmiştir. Sultansuyu Tarım İşletmesi Müdürlüğü ilgili maddelerin tümünü karşılamasına rağmen devlete bağlı bir KİT kuruluşu olması sebebiyle desteklemelerin hiçbirinden yararlanamamıştır. Araştırmanın bu özelliği diğer araştırmalara karşı ayırt edici bir unsurdur.

Hastalık ya da sakatlanma gibi hayatını idame ettirmesi güç duruma düşmüş bunun sonucu olarak mecburi kesimi yapılmış hayvanlar insan sağlığını etkilemeyecek onayı alarak ücreti mukabilinde iase ve lojman personeline dağıtılmıştır. Elde edilen miktar hayvancılık muhasebe kayıtları hanesine gelir olarak kayda geçmiştir.

Bir büyükbaş hayvan günde ağırlığının %5-6'sı kadar yaş gübre üretmektedir. Diğer bir yaklaşımla bir büyükbaştan yıllık ortalama 3.6 t gübre elde edilmiştir (Berkes ve Kışlalıoğlu, 1993). Sultansuyu Tarım İşletmesi hayvanlardan elde edilen gübreyi tarlalara organik gübre olarak taşımaktadır. Taşıma esnasında yapılan gözlemlere göre işletmeden tarlaya giden her taşıt için ilk beş seferde taşıt cinsinin ve yük kapasitesinin kayıt altına alınarak taşıt cinsleri için belirlenen ortalama miktarın toplam sefer sayısı ile çarpılması sonucu tarlalara atılan gübre miktarı kg olarak hesaplanmıştır. Bu yöntem ara ara tekrarlanarak en doğru sonuç elde edilmeye çalışılmıştır. 2015 yılı toplam üretilen gübre miktarı gübrelere çekilmiş ve üzerinden 1 sene geçtikten sonra tarlaya taşınmıştır. Tarlaya taşınan gübre miktarı 2016 yılı için muhasebe kayıtlarına 2 565 000 kg olarak geçmiştir. Üretilip tarlaya taşınan gübreler doğru analiz için 0.10 Krş olarak tarla şubesine masraf kaydı hayvancılık şubesine ise girdi olarak kaydı alınmıştır.

Sultansuyu Tarım İşletmesi hayvancılık şubesinde yapılan süt sığırcılığı faaliyetlerinin ne kadar verimli olduğunun belirlenmesi ve ekonomik analizinin ortaya konulmasına yönelik bulgular Sultansuyu TIM'in çalışanlarıyla yapılan gözlemler ve doğrudan muhasebe kayıtlarından alınan verilerle elde edilmiştir. Bu veriler Çizelge 8'de aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

Çizelge 8. 2011-2015 yılları arası gelir ve gider yüzdeleri**Table 8.** Income and expense percentages between 2011 and 2015

GELİR VE GİDER (TL)		2011 ORAN %	2012 ORAN %	2013 ORAN %	2014 ORAN %	2015 ORAN %
SATIŞ GELİRLERİ	Süt Geliri	37,6	42,0	38,8	48,8	41,6
	Damızlık Geliri	14,2	0,7	18,7	0,5	5,1
	Reforme ve Kasaplık Geliri	4,2	17,0	5,8	8,4	9,6
	Buzağı Geliri	15,1	14,7	15,5	9,5	8,7
	Çağ Farkı Geliri	20,4	15,6	10,6	25,4	28,1
	Sığır Derisi Geliri	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
	Sığır Gübresi Geliri	8,4	9,8	10,4	7,4	6,8
GİDERLER	Yem Masrafları	62,1	60,8	55,3	59,3	60,5
	Teknik Eleman Gideri	2,8	6,9	8,1	6,3	5,7
	İşçi Gideri Gideri	15,4	12,5	14,4	13,6	11,0
	Amortisman Gideri	12,4	9,6	10,6	11,0	12,2
	Diğer Giderler	3,5	6,3	6,6	6,4	7,9
	İlaç ve Kimyasal Giderleri	3,8	3,9	5,0	3,4	2,7

İşletmede maliyeti oluşturan masraf unsurları kalem kalem incelendiğinde toplam maliyetin %59.6'sını ilk sırada yer alan yem masrafları bunu %19.34 ile teknik eleman ve işçi masrafları, %11.16 ile amortisman giderlerinin %6.14 ile diğer giderleri ve %3.76 ile ilaç giderleri takip etmiştir.

İçöz (2004) yapmış olduğu çalışmada, maliyeti oluşturan masraf unsurlarını; %58.14 ile yem, %22.31 ile işçilik, %5.96 ile amortismanlar, %3.74 ile veteriner-sağlık, %3.01 ile faiz giderleri, %1.29 ile bakım-onarım giderleri ve %5.55 ile de diğer giderler olarak hesaplandığını bildirmişlerdir. Gelir kalemlerini ise %59.07 ile süt satışından elde edilen gelir, %12.45 ile buzağı geliri, %27.12 ile hayvan envanter kıymet artışı ve %1,36 ile de gübre gelirleri şeklinde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Yapmış olduğumuz bu çalışma mercek altına alınacak olunursa yem ve işçilik giderleriyle İçöz'ün yapmış olduğu çalışmayla yakın olmakla birlikte amortisman ve veteriner sağlık giderleriyle birbirinden ayrılmaktadır. Gelir kalemlerine bakıldığında ise iki çalışma birbiriyle tamamen farklılık göstermektedir.

Yıldırım ve Şahin (2003), çalışmalarında Van ili Merkez ilçede süt sığırcılığı yapan işletmelerin ekonomik analizi başlığı altında yaptığı araştırmada, brüt üretim gelirlerinin kültür ırkı ve kültür melezi süt sığırcılığı yapan işletmelerde %46.92'si süt ve süt ürünlerinden oluştuğunu gözlemlemiş ve çalışmamızla benzer oranlarda gelirin süttan yapıldığını ortaya koymuştur.

Tandoğan (2006) tarafından yapılan çalışmada, Afyonkarahisar ili merkez ve ilçelerinde damızlık sığır yetiştiricileri birliği 'ne bağlı faaliyet gösteren 78 adet süt sığırcılığı işletmesinin 1 yıllık üretim dönemi verileri incelenmiştir. İşletmelerin masraf kalemlerinin %47.82'sinin yem, %26.97'sinin işçilik, %4.25'inin sağlık, %2.59'unun genel idare, %3.25'inin bakım-onarım, %7.84'ünün amortisman ve %7.28'inin de diğer masraflardan oluştuğunu ve işletmelerde elde edilen gelirin oransal dağılımının da %52 ile süt gelirleri, %6,49 ile buzağı gelirleri ve %40,83 ile de envanter kıymet artışından oluştuğunu bildirmiştir.

Çelik (2014) tarafından yapılan çalışmada, girdi unsurlarının %42.95 ile besi materyali, %33.09 ile yem, %9.63 ile işçilik, %1.73 ile veteriner-sağlık giderleri, %1.64 ile bakım-onarım, %1.56 ile amortisman ve %0.84 ile de diğer giderlerin oluşturduğu tespit edilmiştir. Araştırmacı 1 kg canlı ağırlık artışı için 7.77 kg kesif yem tüketildiğini, 1 kg canlı ağırlık maliyetinin küçük, orta ve büyük ölçekli işletmelerde sırasıyla 9.70 TL, 8.82 TL ve 7.76 TL olarak hesaplandığını ve büyük ve orta ölçekli

işletmelerde sırasıyla 606.19 TL baş⁻¹ ve 132.64 TL baş⁻¹ kâr elde edilirken, küçük ölçekli işletmelerin 492.35 TLbaş⁻¹ zarar ettiğini rapor etmiştir.

Alyeşil ve Gözener (2018) yaptıkları çalışmada, Kazova Vasfi Diren Tarım İşletmesi süt sığırcılığı bölümünün üretim masrafları ve ürün maliyetlerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, 2016 yılı gerçek üretim şartlarında süt sığırcılığı faaliyetine ilişkin muhasebe ve işletme kayıtları kullanarak, işletmenin masraf unsurları arasında toplam masrafların %52.09'unu yem masrafları, %17.17'sini işçilik masrafları, %12.63'ünü amortismanlar, %2.11'ini ilaç masrafları ve %16.00'sini ise diğer masrafların oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Gelir kaynaklarının %71.27'lik kısmını süt gelirleri, %7.62'sini erkek buzağı gelirleri, %16.53'ünü sigorta hasar gelirleri ve %4.58'ini desteklemelerin oluşturduğunu ve araştırma sonucunda Gelir/Gider oranı %13.16, faaliyet karı ise %5.28 olarak hesaplandığını bildirmişlerdir.

SONUÇ

Bulgular ışığında araştırma sonuçlarına göre, aşağıdaki öneriler yapılmıştır.

Araştırmada toplam giderlerin %19.34'ünü işçilik giderlerinin oluşturduğu bunların ise kendi içerisinde %8.12'sini taşeron işçileri %5.96'sını memur ücretleri ve %5.26'sını ise kadrolu işçilerin oluşturduğu yapılan hesaplar sonucu tespit edilmiştir. Yem giderleri işletme giderleri arasında toplam giderlerin %59.6'sının yem giderleri olduğu saptanmıştır. Veteriner Hekim giderleri işçilik giderleri arasında incelenmiştir. Bu nedenle sağlık giderleri sadece ilaç ve dezenfektan masrafları başlıkları halinde toplam masrafların %3.76'sını oluşturmaktadır. İşletme ilaçları teklif yolu ile alındığından yapılacak teklif veya ihalelerde kullanılacak ilacın etken madde oranının belirtilmesi kaliteli ilaç eldesi için dikkat edilmesi gereken hususlardandır. Hastalıklardan arı bir işletme olan Sultansuyu TİM'de işletme sertifikasının devamını sağlamak için çalışan işçilere hastalıklar, haşereler ve sağım makinası dezenfeksiyonu hakkında belirli aralıklarla seminerler verilip işçilerin bu konu hakkında bilgi sahibi olmaları amaçlanmalıdır.

Muhasebe kayıtlarında amortisman gideri olarak her sene alet ekipman ve hayvan varlıkları üzerinden %25 amortisman düştüğü gözlenmiştir. Canlı varlıkların ve ekipmanların amortismanları ayrı ayrı incelenmeli, amortismanı düşülecek her varlığın ekonomik ömrü dikkate alınarak düşülecek amortisman bedeli belirlenmelidir. Bu şekilde düşülen amortisman bedelleri ile işletme karlılık analizinde daha doğru sonuçlar elde edilmektedir. İşletmedeki hayvan sayısının düşük olması çalışan memur ve kadrolu işçilerin BBHB başına düşen maliyeti arttırmaktadır. Hayvan sayısının arttırılması memur ve kadrolu işçilerin BBHB başına düşen maliyeti azaltacağı gibi BBHB başına düşen amortisman giderlerinde de önemli ölçüde azalma görülecektir.

Herhangi bir süt sığırcılığı işletmesindeki beklentilerde olduğu gibi yapılan araştırmada da gelir kaynaklarının %41.76'lık kısmını oluşturan süt gelirleri ilk sırada yerini almaktadır. Bunu %29.52 ile damızlık ve reforme gelirleri, %20.02 ile çağ farkı gelirleri, %8.56 ile gübre gelirleri ve %0.1 ile sığır derisi gelirleri izlemektedir. Damızlık ve reforme gelirlerinin kendi içerisinde toplam gelir oranlarındaki payı %8.99 reforme ve kasaplık, %12.70 buzağı ve %7.83 damızlık olarak ayırmak mümkündür. Reforme gelirlerinin ve çağ değişim gelirlerinin toplam gelirler içerisindeki getirisinin yüksek oranda olması çağ değişiminin belirli bir yıl içerisinde sıkıştığının göstergesidir. Çağ değişimlerini fazla büyük sayılmayacak 200 başlı işletmelerde belirli bir yıl içerisinde

sıkıştırmak ana kadroda eksiklikler meydana getirebileceği gibi ekonomik olarak BBHB başına düşen süt verimini düşürecektir. Tutulan kayıt defterlerinde ineklerin yaşı ve süt verimi dikkate alınarak çağ değişimleri daha küçük oranlarda uzun dönemler halinde yapılmalıdır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Bu makale, Yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

Veysel Kaya Yiğmatepe: çalışmanın giriş, materyal ve yöntem, sonuç bölümlerinin hazırlanmasında,

Mehmet Metin Özgüven: Makalenin gözden geçirilmesinde katkıda bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Alyeşil H ve Gözener B (2018). Kazova Vasfı Diren tarım işletmesi süt sığırcılığı faaliyetinin ekonomik analizi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 7 (1): 87-100.
- Anonim (2000). Uzun vadeli strateji ve sekizinci beş yıllık kalkınma planı 2001-2005. <http://www3.kalkinma.gov.tr/DocObjects/View/13743/plan8.pdf>.
- Anonim (2013a). Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü hayvancılık sektör raporu. Ankara.
- Anonim (2013b). Dünya ve Türkiye’de süt sektör istatistikleri. Ulusal Süt Konseyi, Ankara.
- Anonim (2015a). Kırmızı et stratejisi. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Hayvancılık Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Anonim (2015b). Hayvancılık raporu. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi. Diyarbakır.
- Anonim (2015c). Hayvancılık Sektör Raporu. TİGEM.
- Anonim (2017a). http://www.gib.gov.tr/sites/default/files/fileadmin/user_upload/Yararli_Bilgiler/amortisman_oranlari.pdf. (20.05.2017).
- Anonim (2017b). <http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/6121b7aa-7946-4353-b0f2-9cbab7e289b2/Turk+Lirasi.html?MOD=AJPERES&CVID=>. (20.05.2017).
- Anonim (2017c). <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/05/20150512-2.htm>. (24.05.2017).
- Anonim (2017d). <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/04/20130408-5.htm> (28.05.2017).
- Aras A (1988). Tarım muhasebesi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:486, E.Ü. Basımevi, Bornova-İzmir
- Berkes F ve Kışlahoğlu MB (1993). Çevre ve Ekoloji, 4.Basım, Remzi Kitabevi, İstanbul.
- Çelik C (2014). *Kırşehir ili merkez ilçede sığır besiciliği yapan işletmelerin ekonomik analizi*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Hayvan Sağlığı Ekonomisi ve İşletmeciliği Anabilim Dalı, s. 78, Ankara.
- Çiçek A ve Erkan O (1996). Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme metotları. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 12*. Ders Kitapları Serisi No: 6. Tokat.
- Erkuş A, Bülbül M, Kırıl T, Açıl AF ve Demirci R (1995). Tarım ekonomisi, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları*, Yayın No:5, Ankara
- Güneş T ve Arıkan R (1985). Tarım ekonomisi istatistiği. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 1049, Ders Kitabı No: 305, Ankara.
- Hacıhasanoğlu T (2015). Hayvancılık sektöründe maliyet, hacim, kar analizi. *Gazi Kitabevi*. Ankara.
- İçöz Y (2004). Bursa ili süt sığırcılığı işletmelerinin karlılık ve verimlilik analizi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayın No: 116*, Ankara.
- MEB (2012). Görüşme Teknikleri. Millî Eğitim Bakanlığı, MEGEP Halkla İlişkiler Ve Organizasyon Hizmetleri Modülü. Ankara.
- Özgüven MM (2017). Hassas hayvansal üretim. *Tarım Türk Dergisi. Kasım-Aralık 2017. Sayı: 27*.

- Şeker İ, Tasalı H ve Güler H (2012). Muş ilinde sığır yetiştiriciliği yapılan işletmelerin yapısal analizi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi*, 26 (1): 09-16.
- Tandoğan M (2006). *Afyonkarahisar süt sığırcılık işletmelerinde karlılık analizi ile işletmelerde karşılaşılan üretim ve pazarlama sorunları*. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan İşletme Ekonomisi Anabilim Dalı, s.74, Afyon.
- Ünal RN ve Besler T (2008). Beslenmede sütün önemi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. *Sağlık Bakanlığı Yayın No: 727*. Ankara.
- Yıldırım İ ve Şahin A (2003). Van ili merkez ilçede süt sığırcılığı yapan işletmelerin ekonomik analizi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, *Ziraat Fak. Van Ticaret Borsası Yayınları No: 1*, s. 52, Van.



Evaluation of Normalization Techniques on Neural Networks for the Prediction of 305-Day Milk Yield

Asli AKILLI^{1a*} Hulya ATIL^{1b}

^aDepartment of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Kirsehir Ahi Evran, 40200, Bagbasi- Kirsehir- TURKEY

^bDepartment of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Ege, 35040, Bornova- Izmir- TURKEY

(*): Corresponding author, asliakilli@ahievran.edu.tr; Tel: +90-386-2804841, Fax: +90-386-2804832

ABSTRACT

In this study, the impact of data preprocessing on the prediction of 305-day milk yield using neural networks were investigated with regard to the effect of different normalization techniques. Eight normalization techniques "Z-Score, Min-Max, D-Min-Max, Median, Sigmoid, Decimal Scaling, Median and MAD, Tanh-Estimators" and five different back propagation algorithms "Levenberg-Marquardt (LM), Bayesian Regularization (BR), Scaled Conjugate Gradient (SCG), Conjugate Gradient Back propagation with Powell-Beale Restarts (CGB) and Brayde Fletcher Gold Farlo Shanno Quasi Newton Back propagation (BFG)" were examined and tested comparatively for the analysis. Neural network architecture was optimized and tested with several experiments. Results of the analysis show that applying different normalization techniques affect the performance and the distribution of outputs influences the learning process of the neural network. The magnitude of the effects varied with the type of back propagation algorithms, activation functions, and network's architectural structure. According to the results of the analysis, the most successful performance value in the 305-day milk yield estimation was obtained by using the neural network structured by using the Decimal Scaling normalization technique with the Bayesian Regulation algorithm ($R^2_{Adj} = 0.8181$, RMSE= 0.0068, MAPE= 160.42 for test set; $R^2_{Adj} = 0.8141$, RMSE= 0.0067, MAPE= 114.12 for validation set).

RESEARCH ARTICLE

Received: 20.07.2020

Accepted: 07.09.2020

Keywords :

- 305-day milk yield,
- Agricultural data,
- Back propagation algorithms,
- Data pre-processing,
- Neural network,
- Normalization

To cite: Akilli A, Atil H (2020). Evaluation of Normalization Techniques on Neural Networks for the Prediction of 305-Day Milk Yield. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 354-367. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.011>

INTRODUCTION

One of the most important objectives of the studies carried out in livestock science is to reduce the costs of breeding and feeding by optimizing and to make evaluations in this direction. For this purpose, milk yield predictions are made using various statistical

and artificial intelligence-based methods. In evaluations on dairy cattle, analysis using test day records provides important advantages on the prediction of 305-day milk yield (Mostert *et al.*, 2006; Dongre *et al.*, 2012). The use of test day records is very useful for dairy cattle breeders in decreasing cost of milk recording, making genetic evaluations about animals in early stages of lactation, culling unproductive cows and improving production pattern (Dongre *et al.*, 2012). Estimates of milk yield on herd or individual basis strongly affect energy consumption based on daily milk production, plant utilization and farm income, and provide large benefits to dairy industry at farm level. Accurate and effective usage of milk yield estimation methods can contribute to the correct modeling of milk production patterns at certain time periods and to adapt to factors affecting the supply-demand balance on a farm basis (Murphy *et al.*, 2014). However, the 305-day milk yield estimate provides a basis for the genetic evaluation of dairy cattle (Grzesiak *et al.*, 2003). In the production of high-yielding dairy cows, the selection of genetically superior bulls is very important and milk yield prediction models are used in this process. Early detection of superior bulls accelerates the production process, which continues with semen collection and insemination, so that gains in genetic progress can be achieved (Sharma *et al.*, 2007). Conventional regression models have been widely used as prediction tools for 305-day milk yield. Today, with the technological advance on computer systems, neural network method can be used as an alternative to statistical analysis methods and they are the subject of many successful studies. Neural network method is designed by as an example of the working structure of the human brain and the learning function is performed by using experiences similar to humans. Neural networks provide solutions to new problems faced in the future through generalization capability.

Neural networks method is one of the most popular artificial intelligence methods which are widely used in animal husbandry as well as in many applied sciences (Akilli, 2019). Neural networks have been used for milk yield estimation studies in the field of dairy science (Salehi *et al.*, 1998; Sanzogni and Kerr, 2001; Grzesiak *et al.*, 2003; Grzesiak 2006; Sharma *et al.*, 2006; Sharma *et al.*, 2007; Hosseinia *et al.*, 2007; Edriss *et al.*, 2008; Njubi *et al.*, 2009; Gandhi *et al.*, 2010; Njubi *et al.*, 2010; Ruhil *et al.*, 2011; Dongre *et al.*, 2012; Gandhi *et al.*, 2012; Tahmoorrespur *et al.*, 2012; Murphy *et al.*, 2014; Kong *et al.*, 2018) and ruminant animals (Ominakis *et al.*, 2002; Torres *et al.*, 2005; Ince and Sofu, 2013, Karadas *et al.*, 2017). In the 305-day milk yield estimation examined in the context of linear regression analysis, information on reproductive activities such as calving interval as well as milk yield on test day and lactation information are included in the model structures (Grzesiak *et al.*, 2006; Sharma *et al.*, 2007; Dongre *et al.*, 2012; Takma *et al.*, 2012; Görgülü, 2012).

Environmental and genetic factors are highly effective on the milk yield data pattern. Various limitations can be encountered in the measurement process of the data. These limitations, which directly affect the distribution of the data structure, can cause noise and inconsistencies. At this point, the data can be resized using normalization methods. The use of normalization methods can provide considerable benefits in terms of detecting anomalies in the data distribution and using the model under study more effectively and efficiently. Data preprocessing and normalization techniques provide significant improvements in neural network performance. In this context, normalization techniques contribute to the transformation of neural network inputs according to the data range (Logistics, Tanh-Sigmoid) of the defined activation function.

In neural network analysis, the normalization process is of great importance in data structures where the number of observations and variables is large, especially where the dimensional differences in input observation values are included. The impact of normalization techniques on neural network performance, their characteristics, and learning processes have been discussed. According to neural network literature, normalization can be useful for learning process, and it may be essential, to enable them to detect patterns contained in the learning data set. Normalization of inputs or rescaling data could sometimes greatly help to use prior knowledge and to reduce the complexity of the data structure (Lacroix *et al.*, 1997). Some studies have shown that different normalization methods have been affected the performance of the neural network (Shanker *et al.*, 1996; Jain *et al.*, 2005; Jayalakshmi and Santhakumaran, 2011; Panigrahi and Behera, 2013).

In this study, the impact of eight normalization techniques “Z-Score, Min-Max, D-Min-Max, Median, Sigmoid, Decimal Scaling, Median and MAD, Tanh-Estimators” on neural network performance were examined comparatively for the milk yield prediction. In this context, it was aimed that determine the impact of distributing the input vectors on an equal basis with respect to the output pattern on the learning of neural networks.

MATERIALS and METHODS

Data Source

Data sets contain milk yield information on Turkey Cattle Breeders Central Association registered Holstein Friesian cows. The Study material consists of 1000 data records. In this study, neural networks were studied with different normalization techniques in order to estimate the 305-day milk yield. Test day data, age of first calving, lactation number, and days in milk (DIM) were used, in order to analyze the impact of the distribution of the outputs when predicting 305-day milk yield. Input variables of analysis were determined as the first four test day record, age of the first calving, lactation number, and DIM in designed system. The output of the system is defined as 305-day milk yield. Table 1 shows the descriptive statistics of the variables in the data set. Accordingly, skewness and kurtosis values indicate that the dependent variable does not show normal distribution. After logarithmic transformation, 305-day milk yield values were normally distributed. When the descriptive statistics of the other variables in data set are examined, it is seen that there are no outliers. Neural network analyses were examined on different parameter combinations to determine the optimal values of the model parameters. Hundreds of parameter combinations setting performed for neural network at each phase of training, testing and validating for data set. All experiments were done using MATLAB (R2016a).

Table 1. Descriptive statistics of data set

Variables	Mean	Std. Dev.	CV ¹	Min	Max	Skewness	Kurtosis
305-Day Milk Yield	6173.37	1605.11	26.0006	2033	13432	0.740	1.339
Calving Interval	74.365	23.9587	32.2177	23	101	-0.759	-0.841
Lactation Number	4.497	1.7975	39.9724	1	6	-0.765	-0.92
DIM ²	284.052	18.143	6.38721	195	305	-1.763	3.986
TestDay1	25.1801	6.9058	27.4257	8	56.9	0.556	0.445
TestDay2	24.9515	7.0633	28.3081	6	54.5	0.646	0.977
TestDay3	23.8841	6.9252	28.9950	5	58.7	0.839	2.015
TestDay4	22.4664	6.7920	30.2319	4	54	0.828	2.097

Number of Data Records: 1000; ¹CV: Coefficient of Variation (%). ²DIM: Days in Milk

Multilayer Perceptron

Machine learning studies, which are an important part of artificial intelligence, give computers the behavior of working with experimental data. Neural networks method is one of the methods studied in the context of machine learning. The method, which has been used successfully by researchers in many different fields, was developed on the basis of the working principles of neurons in the human brain (Zhang *et al.*, 1998). Neural networks collect information from the environment during the training process and store this information through various connections, like the human brain. The learning function of neural networks takes place in a similar way to human experience. This method enables the solution of new problems in the future by means of the information learned. The first studies on neural networks started in 1943 with the theory of Warren McCulloch and Walter Pitts about the functioning of neurons. Nowadays, the studies on the theory and application of neural networks are increasing and showing very successful results. The advances in technological developments and the fact that computers have an increasing graph in technical terms have a positive effect on the development of neural networks (Akilli, 2019).

In this study, multilayer perceptron (MLP) neural network with back propagation of error learning mechanism was used for the neural network architecture. MLP utilizes a supervised learning strategy (Negnevitsky, 2002; Panigrahi and Behera, 2013). The back propagation learning algorithms can be used for neural network training. Basically, propagation and update steps have been used for the back propagation algorithms (Savegnago *et al.*, 2011). The back propagation process is repeated until the error criterion (sum of error squares) reaches the specified level. In back propagation algorithm feed forward process, w_{kj} is the weight value of the link that connects the k^{th} input layer process element to the j^{th} hidden layer element. Where, o_k is the output of k^{th} process element in the input layer and w_{kj} is the synaptic weight. Net input (*Net*) is given in Equation 1.

$$Net_j^a = \sum_{k=1}^n w_{kj} o_k \quad (1)$$

$$o_j = \frac{1}{1 + e^{-(Net_j^a + \beta_j^a)}} \quad (2)$$

The Net input obtained is passed through the activation function so that the output of the neuron in the hidden layer is calculated. In this study, sigmoid activation function is discussed. The output is expressed as in Equation 2. Where, o_j is the output of j^{th}

hidden layer element and β_j is refers to the weight of the threshold element that connects to the j^{th} hidden layer element (Öztemel, 2002).

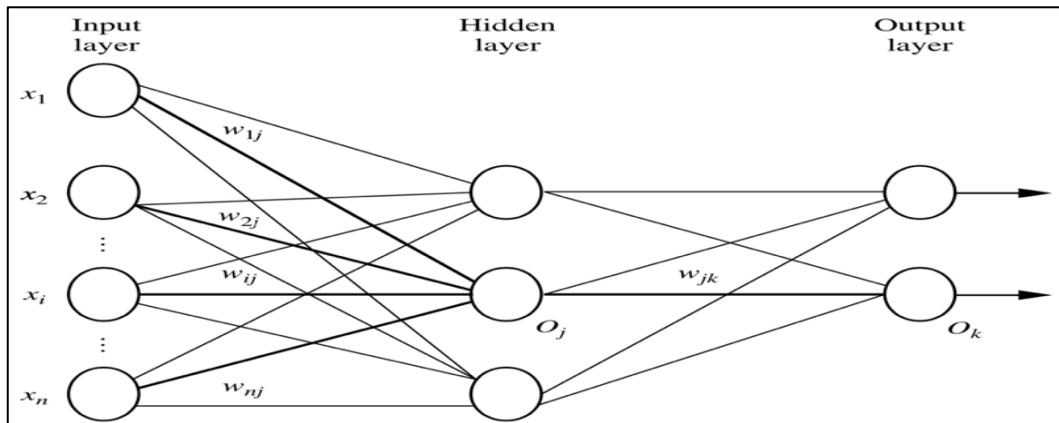


Figure 1. Multilayer perceptron (Han and Kamber, 2006)

Figure 1 shows multilayer perceptron. In the present study, neural network was trained and simulated using five different back propagation algorithms Levenberg-Marquardt (LM), Bayesian Regularization (BR), Scaled Conjugate Gradient (SCG), Conjugate Gradient Backpropagation with Powell-Beale Restarts (CGB) and Brayde Fletcher Gold Farlo Shanno Quasi Newton Backpropagation (BFG) up to 10000 epochs or till the algorithms are truly converged. Also, two different activation functions (Tan-Sig, Log-Sig) were used to compute the output from the summation of weighted inputs of neurons in each hidden layer (Dongre *et al.*, 2012). Network parameters such as learning rate (0.01), momentum (0.05-0.95) were used with different combinations. The network was tested with the different numbers of hidden layer (1-3) and neuron (3-20). Initial weights and bias matrix were randomly determined. In the present study, neural network was optimized by training and testing errors in order to investigate the overfitting and underfitting problems. Training set was determined randomly with 80% for this case. The accuracy of normalization techniques was measured at each phase of modeling. Hundreds of combinations of neural network parameter setting have been designed for prediction models at each phase of training, testing and validation for data set.

Normalization Techniques

In present study, it was aimed to investigate the importance of data normalization, especially when applying the neural network approach to 305-day milk yield prediction problem. Thus, the distribution of the output pattern in the training data set was analyzed with regard to its effect on learning. Data normalization provides a comparable range for input and output pattern in neural network analysis and significantly affects equally distributing the importance of each input variable in the analysis. Thus, distributing the input vectors uniformly with respect to the output pattern of all values was provided in the training of the neural network. In the normalization process, data is scaled in specific ranges such as “-1.0- 1.0”, “0.0- 1.0” or “0.1- 0.9” through various techniques. In the present study, all normalization techniques were applied to all the feature vectors for given data, and then neural network was trained with the created training set.

In Z-Score normalization technique, data values are normalized according to their mean and standard deviation. The most important advantage of this normalization

technique is that it can be used effectively to reduce the effect of outliers in the data set. However, this method may be useful when the actual minimum and maximum value of variables are unknown. But it does not perform well with non-stationary time series due to the variation of the standard deviation and mean depending on the data structure and time (Han and Kamber, 2006; Shalabi *et al.*, 2006; Pan *et al.*, 2016). The Min-Max normalization is one of the most popular methods in animal breeding and neural network studies. This normalization technique provides a linear transformation on the original data. Min-Max normalization maps the data value within a range of “0” to “1” or from “-1” to “1”. Preserving the relationship between the original data is the advantage of Min-Max normalization. However, this method is highly affected by extreme values or outliers because the results can be dominated by specific large values (Jain *et al.*, 2005). In the D-Min-Max normalization, the data is scaled in [0.1-0.9] range and similarly functions to Min-Max (Han and Kamber, 2006; Shalabi *et al.*, 2006; Pan *et al.*, 2016). The D-Min-Max technique (adjusted or modified Min-Max normalization) does not perform well in case of some time series forecasting studies. It can occur a problem if any of the out-of-sample data points is out of the range (Panigrahi and Behera, 2013). In the Median method, each sample is normalized by proportioning the observations to the median of each variable. Extreme values or outliers does not affect the Median normalization. The data is scaled between “0.0- 1.0” or “-1.0- 1.0” in the Sigmoid normalization method. Sigmoid normalization method can be used for the parameters that are estimated from noisy data (Jayalakshmi and Santhakumaran, 2011). Normalized value is obtained by moving the decimal point of values of variable. The number of decimal points moved depends on the maximum absolute value of the variable (Han and Kamber, 2006). It similarly functions to the Min-Max normalization technique (Jain *et al.*, 2005; Jayalakshmi and Santhakumaran, 2011; Panigrahi and Behera, 2013).

Table 2. Normalization techniques

Normalization Techniques	Equations	Descriptions
Z-Score	$x_i' = \frac{x_i - \mu_i}{\sigma_i}$	μ_i : Mean value of x_i , σ_i : Standard deviation of x_i .
Min-Max	$x_i' = \frac{x_i - x_{i\min}}{x_{i\max} - x_{i\min}}$	$x_{i\min}$ and $x_{i\max}$ minimum and maximum value of x_i , respectively.
D-Min-Max	$x_i' = 0.1 + (0.9 - 0.1) \frac{x_i - x_{i\min}}{x_{i\max} - x_{i\min}}$	$x_{i\min}$ and $x_{i\max}$ minimum and maximum value of x_i , respectively.
Median	$x_i' = \frac{x_i}{\text{Median}(x_i)}$	$\text{Median}(x_i)$: Median value of x_i .
Sigmoid	$x_i' = \frac{e^{x_i} - e^{-x_i}}{e^{x_i} + e^{-x_i}}$	e : Natural logarithm based.
Decimal Scaling	$x_i' = \frac{x_i}{10^k}$	k : The smallest integer $\text{Max}(|x_n|) < 1$.
Median and MAD	$x_i' = \frac{x_i - \text{median}}{\text{MAD}}$	Median: The median value of x_i , Median absolute deviation: Median $(|x_i - \text{median}|)$
Tanh-Estimator	$x_i' = \frac{1}{2} \left\{ \tanh \left(0.01 \left(\frac{x_i - \mu}{\sigma} \right) \right) + 1 \right\}$	μ_i and σ_i is mean and standard deviation.

x_i' : Original value of x_i .

Median and Median Absolute Deviation (MAD) is one of the robust normalization techniques because of it is insensitive to outliers (Pan *et al.*, 2016; Jain and Bhandare, 2011). MAD is a measure of statistical distribution and this measure is more resilient to extreme values or outliers compared with standard deviation (Nayak *et al.*, 2014). In the Median and MAD method, the median value and the MAD value are calculated separately, and then applications are performed with the relevant formula (Jain *et al.*, 2005; Kandanaarachchi *et al.*, 2019). Tanh-Estimators normalization technique is one of the robust and efficient methods (Jain *et al.*, 2005; Nayak *et al.*, 2014), but it is not much encountered in animal breeding studies. This technique was introduced in the study published by (Hampel *et al.*, 1986). In the present study, the mathematical representations and descriptions of the mentioned normalization techniques are given in Table 2.

Accuracy of the Models

Accuracy of examined neural networks structures were determined with Adjusted Coefficient of Determination (R^2_{Adj}), Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). According to these performance criteria, R^2_{Adj} with high value, RMSE and MAPE with low value is indicated as good. Mathematical expressions were given in Table 3.

Table 3. Statistical error criteria

Statistical Error Criteria	Equations
Root Mean Square Error (RMSE)	$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$
Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	$MAPE = \left(\frac{100}{n}\right) \sum_{i=1}^n \left| \frac{(y_i - \hat{y}_i)}{y_i} \right|$
Adjusted Coefficient of Determination (R^2_{Adj})	$R^2_{Adj} = 1 - (1 - R^2) \frac{(n-1)}{(n-p-1)}$

Where for the i^{th} record, \hat{y}_i : predicted value, y_i : actual value, n : number of records.

RESULTS and DISCUSSION

Various neural network architectures were evaluated and tested in order to investigate the effect of normalization techniques on the prediction of 305-day milk yield using neural networks. The normalization techniques were applied separately on data sets before training process of neural network.

305-day milk yield's normalized value was given in Figure 2. As we can see in Q-Q plot, the observed values of 305-day milk yield are distributed in similar ranges at all normalization techniques. In the original data, there were magnitude differences between the observation values of the inputs by their nature. In such cases, it can be occurred some problems related to inputs with high mathematical value such as risk of suppressing other variables and decreasing their effectiveness in neural network analysis.

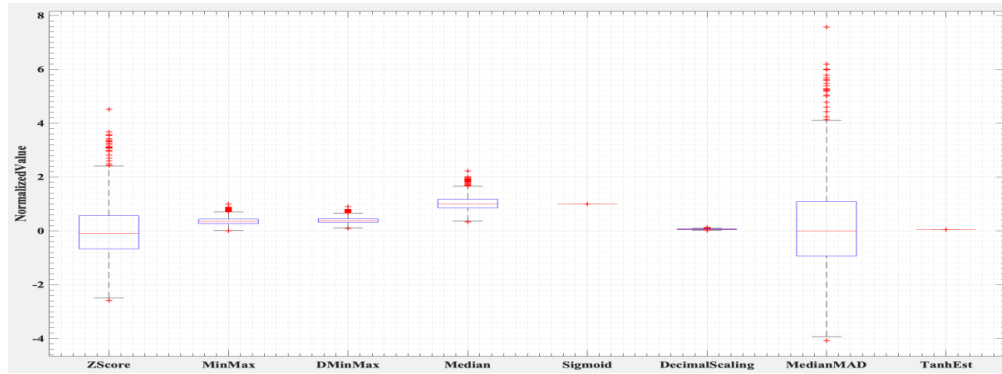


Figure 2. Q-Q plot of output's normalized value

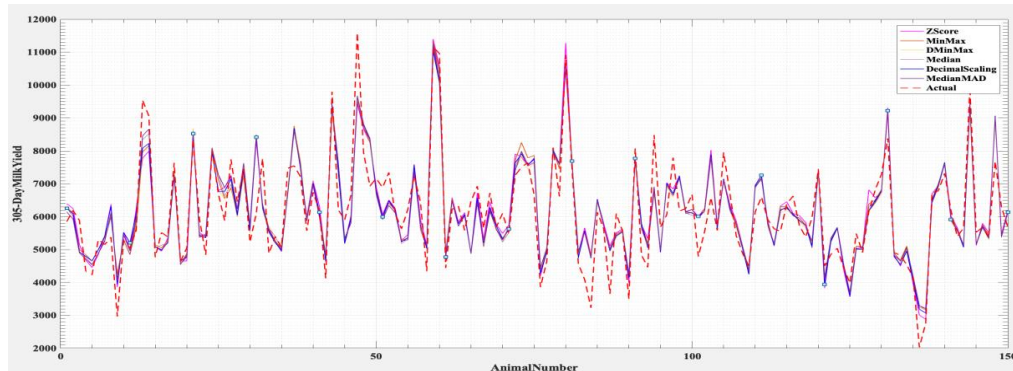


Figure 3. Observed and fitted 305-d milk yield using neural network in test phase

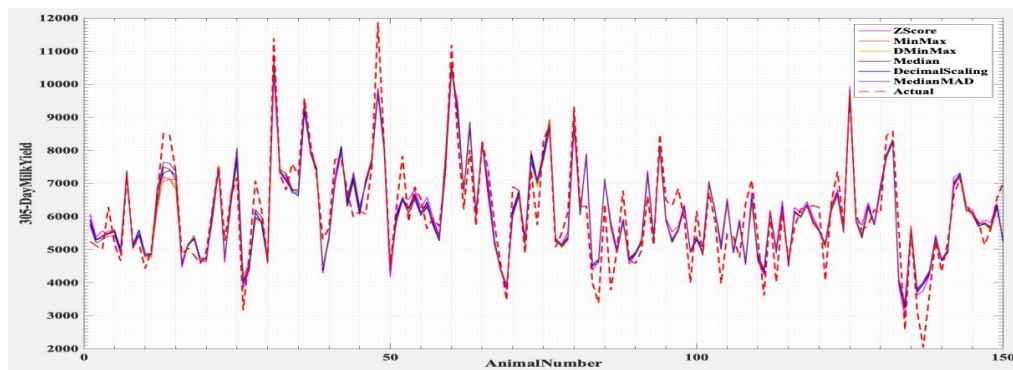


Figure 4. Observed and fitted 305-d milk yield using neural network in validation phase

Figure 3 and Figure 4 show that observed and predicted 305-day milk yield using neural network with Z-Score, Min-Max, D-Min-Max, Median, Decimal Scaling, and Median and Mean Absolute Deviation normalization techniques in test and validation phases, respectively. It can be seen that the lines representing the observed and estimated values are very close to each other in all normalization techniques.

The prediction performance of 305-day milk yield for test and validation set are shown in Table 4 and Table 5, respectively. Table 4 and Table 5 show that most successful prediction performance is obtained using BR algorithm with decimal scaling normalization technique for 305-day milk yield ($R^2_{Adj} = 0.8181$, RMSE= 0.0068, MAPE= 160.42 for test set; $R^2_{Adj} = 0.8141$, RMSE= 0.0067, MAPE= 114.12 for validation set). It can be observed from Table 4 and Table 5 that R^2_{Adj} values are close to each other except BFG and SCG algorithms. Also, other successful performance results were obtained as follows; SCG algorithm with decimal scaling normalization technique ($R^2_{Adj} = 0.7918$, RMSE= 0.0070, MAPE= 160.82 for test set; $R^2_{Adj} = 0.8074$, RMSE= 0.0068, MAPE=

114.58 for validation set), CGB algorithm with tanh-estimator normalization technique ($R^2_{Adj} = 0.7980$, RMSE= 0.0072, MAPE= 144.07 for test set; $R^2_{Adj} = 0.8081$, RMSE= 0.0002, MAPE= 111.82 for validation set); BFG algorithm with decimal scaling normalization technique ($R^2_{Adj} = 0.7857$, RMSE= 0.0071, MAPE= 160.95 for test set; $R^2_{Adj} = 0.7534$, RMSE= 0.0077, MAPE= 113.91 for validation set).

Performance criteria could not be measured with Sigmoid and Tanh-Estimator normalization techniques on BR and LM algorithms. It is thought that the formula structure of normalization techniques has an effect on this situation and also the training process for neural networks which are used in this study could not be successfully performed with these normalization techniques. Nevertheless, as a result of the calculations, it was observed that RMSE and R^2_{Adj} values were calculated parallel to each other but there were significant increases in MAPE values from time to time.

Table 4. Comparisons of performance criteria of neural network with-test set

Normalization Techniques	Back Propagation Algorithms	Transfer Functions for Test Set					
		Tanh-Sig			Log-Sig		
		R^2_{Adj}	RMSE	MAPE	R^2_{Adj}	RMSE	MAPE
Z-Score	BR	0.7975	0.4346	493.68	0.7812	0.4487	462.49
Min-Max		0.8009	0.0616	537.64	0.8070	0.0606	531.85
D-Min-Max		0.8120	0.0486	560.90	0.8051	0.0496	565.39
Median		0.8168	0.1146	1387.1	0.8151	0.1148	1396.9
Sigmoid							
Decimal Scaling		0.8181	0.0068	160.42	0.8154	0.0069	160.52
Median and MAD		0.8001	0.7043	810.95	0.7950	0.7131	874.94
Tanh-Estimator							
Z-Score		LM	0.7370	0.4955	545.90	0.7957	0.4347	533.37
Min-Max	0.8024		0.0603	543.01	0.7372	0.0692	535.75
D-Min-Max	0.7575		0.0540	570.52	0.7799	0.0505	555.02
Median	0.7978		0.1148	1383.0	0.7836	0.1192	1393.5
Sigmoid							
Decimal Scaling	0.7895		0.0070	160.61	0.7793	0.0075	161.58
Median and MAD	0.7806		0.7377	889.44	0.7914	0.7286	927.64
Tanh-Estimator							
Z-Score	SCG		0.7988	0.4311	508.69	0.7601	0.4724	600.17
Min-Max		0.7291	0.0704	551.38	0.8032	0.0597	533.90
D-Min-Max		0.8060	0.0479	566.24	0.7812	0.0504	569.79
Median		0.8018	0.1137	1404.9	0.7268	0.1351	1407.2
Sigmoid		0.1648	0.0004	1288.8	0.0421	0.0005	1288.8
Decimal Scaling		0.7918	0.0070	160.82	0.7969	0.0069	160.68
Median and MAD		0.7582	0.7726	997.44	0.6974	719.93	41830.0
Tanh-Estimator		0.0772	0.0005	143.72	-0.017	0.0006	143.87
Z-Score		CGB	0.7769	0.4564	494.01	0.7946	0.4350	506.69
Min-Max	0.7449		0.0687	539.71	0.7978	0.0611	542.40
D-Min-Max	0.7398		0.0551	545.33	0.7899	0.0495	559.39
Median	0.7388		0.1310	1388.0	0.7872	0.1182	1398.7
Sigmoid	0.7458		0.0001	1289.0	0.7418	0.0001	1289.0
Decimal Scaling	0.7134		0.0082	161.42	0.7250	0.0084	161.11
Median and MAD	0.7769		0.7464	897.29	0.6353	0.9578	1056.0
Tanh-Estimator	0.7980		0.0072	144.07	0.7211	0.0072	144.17
Z-Score	BFG		0.7616	0.4846	514.07	0.7357	0.4931	540.99
Min-Max		0.7105	0.0728	551.06	0.7352	0.0699	516.81
D-Min-Max		0.7791	0.0507	564.42	0.7846	0.0503	576.15
Median		0.7776	0.1207	1405.7	0.7746	0.1218	1408.6
Sigmoid		-0.052	0.0005	1289.5	0.2671	0.0004	1289.4
Decimal Scaling		0.7857	0.0071	160.95	0.6940	0.0085	159.75
Median and MAD		0.7804	0.7378	823.44	0.8016	0.7027	878.62
Tanh-Estimator		0.5359	0.0004	143.74	0.0653	0.0007	143.51

The increase in MAPE values is thought to be due to different normalization techniques forming different data scales. In terms of prediction accuracy with RMSE, compared to Min-Max normalization, which is very popular technique used in animal science studies, D-Min-Max normalization has a slightly better prediction.

Table 5. Comparisons of performance criteria of neural network with-validation set

Normalization Techniques	Back Propagation Algorithms	Transfer Functions for Validation Set					
		Tanh-Sig			Log-Sig		
		R ² _{Adj}	RMSE	MAPE	R ² _{Adj}	RMSE	MAPE
Z-Score	BR	0.8093	0.4224	204.13	0.8118	0.4204	195.11
Min-Max		0.8104	0.0595	266.57	0.8141	0.0588	264.16
D-Min-Max		0.8135	0.0472	284.19	0.8122	0.0472	286.71
Median		0.8129	0.1118	678.78	0.8148	0.1109	681.03
Sigmoid		.	.	.	.	.	.
Decimal Scaling		0.8141	0.0067	114.12	0.8197	0.0067	114.19
Median and MAD		0.8156	0.6828	321.39	0.8129	0.6871	322.96
Tanh-Estimator		.	.	.	.	.	.
Z-Score	LM	0.7870	0.4477	224.75	0.8108	0.4237	205.68
Min-Max		0.8085	0.0596	268.29	0.7814	0.0641	269.95
D-Min-Max		0.8005	0.0486	292.12	0.7818	0.0514	284.51
Median		0.8007	0.1171	665.24	0.8099	0.1121	687.67
Sigmoid		.	.	.	.	.	.
Decimal Scaling		0.8062	0.0068	114.40	0.8078	0.0071	115.39
Median and MAD		0.7937	0.7228	334.03	0.8100	0.6953	318.42
Tanh-Estimator		.	.	.	.	.	.
Z-Score	SCG	0.8110	0.4199	219.13	0.7863	0.4472	224.58
Min-Max		0.7771	0.0642	265.12	0.8125	0.0595	263.08
D-Min-Max		0.8072	0.0477	286.80	0.7823	0.0508	285.27
Median		0.8112	0.1120	678.20	0.7714	0.1230	669.78
Sigmoid		0.1911	0.0004	694.87	0.0437	0.0005	694.98
Decimal Scaling		0.8074	0.0068	114.58	0.8036	0.0068	114.31
Median and MAD		0.7920	0.7232	343.94	0.7475	0.8180	293.87
Tanh-Estimator		0.0656	0.0005	111.84	-0.054	0.0007	111.86
Z-Score	CGB	0.8028	0.4295	215.27	0.7965	0.4372	225.98
Min-Max		0.7935	0.0619	265.14	0.8026	0.0605	268.13
D-Min-Max		0.7420	0.0552	285.21	0.7975	0.0491	288.43
Median		0.7769	0.1219	674.15	0.7988	0.1153	686.06
Sigmoid		0.6976	0.0001	695.03	0.7042	0.0001	695.03
Decimal Scaling		0.7684	0.0074	114.59	0.7571	0.0076	113.69
Median and MAD		0.7961	0.7163	321.51	0.7155	0.8476	385.75
Tanh-Estimator		0.8081	0.0002	111.82	0.7233	0.0002	111.82
Z-Score	BFG	0.7818	0.4510	261.98	0.7829	0.4510	259.08
Min-Max		0.7530	0.0686	261.89	0.7675	0.0659	261.58
D-Min-Max		0.8070	0.0479	287.60	0.8053	0.0480	283.10
Median		0.8032	0.1146	673.25	0.7861	0.1193	676.45
Sigmoid		-0.056	0.0005	695.35	0.3186	0.0004	695.24
Decimal Scaling		0.7534	0.0077	113.91	0.7775	0.0089	113.97
Median and MAD		0.7889	0.7409	353.23	0.8056	0.6997	371.28
Tanh-Estimator		0.5652	0.0004	111.75	0.0785	0.0007	111.75

Table 4 and Table 5 show that the differences between the maximum RMSE and MAPE of normalization methods are varying from 0.0002 to 0.8476 and 111.75 to 695.35, respectively. These results mean that normalization techniques could have the possibility to change the prediction accuracy by those values.

Within the scope of applied sciences, it is seen that our study results are in harmony with other studies related to normalization techniques. Cihan *et al.* (2017) were aimed

to determine the successful normalization technique for the data set by examining the effect of normalization techniques on neural network and feature selection performance in neonatal lamb diagnostics. Different from our study, it has been determined that the most successful normalization technique in diagnosing disease in neonatal lambs is sigmoid normalization. Jain *et al.* (2005) examined the effect of different score normalization techniques on the performance of a multimodal biometric system for a classification problem. In their study, min-max, Z-Score and tanh normalization techniques followed by a simple sum of scores fusion method result in a superior genuine acceptance rate than all the other normalization and fusion techniques. Also, it was determined that both Min-Max and Z-Score methods are sensitive to outliers, different from our study. Jayalakshmi and Santhakumaran (2011) aimed to propose various statistical normalization procedures to improve the classification accuracy. Different from our study, the best normalization method in the back propagation neural network model was suggested as statistical column method. Shanker *et al.* (1996) evaluated the effectiveness of two well-known transformation methods: linear transformation and statistical standardization. They indicated that the effect of data standardization on computation time and number of iterations may thus be different for other algorithms. The common denominator of our study with Shanker *et al.* (1996) is that experimental results show how data standardization methods affect neural network performance in terms of predictive accuracy, computation time and number of iterations. In the literature, there are different scientific publications on applied sciences that are compatible with the results of our study (Sola and Sevilla, 1997; Panigrahi and Behera, 2013; Nayak *et al.*, 2014; Eesa and Arabo, 2017).

CONCLUSION

Nowadays, following the technological innovation and providing effective data management is key to the efficient use of information. Milk yield estimation methods are an important source of information for the dairy cattle industry. The effective use of these methods can provide important contributions to strategic decisions and sustainable competitive advantage, in terms of animal health protection and financing. In the present study, 305-day milk yield estimation which is an important concept for dairy cattle industry, has been approached together with neural networks, which is one of the powerful prediction methods. In the study, it is aimed to increase the prediction accuracy with the improvements in neural network performance. In this way, it is aimed to contribute to the users to be more successful in future production and management planning. For his purpose, hundreds of neural network architectures based on eight different normalization methods, two different activation functions, five different back propagation algorithms, and different learning parameters based on heuristics and standard numerical optimization techniques are experimentally investigated for the network optimization. Analysis results show that with the use of different normalization techniques, different performance values have been obtained in various neural network architectures. According to the results of this study, effect of the distribution of output in a training set with normalization varies with various factors, such as the neural network architectures. It's deduced that the best training algorithm is Bayesian Regularization with decimal scaling normalization that attains more than 80% prediction accuracy. The most successful prediction value was obtained with this

optimized neural network structure for 305-day milk yield. Neural networks approach can be improved with other training algorithms and learning parameters or data preprocessing elements. At the same time, other production and reproduction traits of dairy cattle can be used in terms of the improvement of prediction 305-day milk yield model. Results of analysis show that applying different normalization techniques affect the performance and the distribution of outputs influences the learning process of neural network. The magnitude of the effects varied with the type of back propagation algorithms, activation functions and network's architectural structure. In the focus of this study, it is aimed to present that different results can be calculated with different normalization techniques in the neural network analysis process in order to improve the prediction accuracy. The results of this study are intended to be useful for animal breeders and provide information about economic traits of importance in dairy enterprise.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The authors declare that there is no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

Asli Akilli: Methodology, conceptualization, literature review, formal analysis in Matlab, writing and editing of manuscript, visualization.

Hulya Atil: Review and editing of manuscript, interpretation of the analysis results.

REFERENCES

- Akilli A (2019). *Analysis of agricultural data with multivariate nonlinear fuzzy regression method*. PhD Thesis, Kırşehir Ahi Evran University, Institute of Science, Department of Zootechnics, p. 249, Kırşehir, Turkey (in Turkish).
- Atil H and Akilli A (2016). Comparison of artificial neural network and K-means for clustering dairy cattle. *International Journal of Sustainable Agricultural Management and Informatics*, 2 (1): 40-52.
- Brown-Brandl TM, Jones DD and Woldt WE (2005). Evaluating modelling techniques for cattle heat stress prediction. *Biosystems Engineering*, 91 (4): 513-524.
- Chen LJ, Cui LY, Xing L and Han LJ (2008). Prediction of the nutrient content in dairy manure using artificial neural network modeling. *Journal of Dairy Science*, 91: 4822-4829.
- Cihan P, Kalıpsız O and Gökçe E (2017). Effect of normalization techniques on artificial neural network and feature selection performance in animal disease diagnosis. *Electronic Turkish Studies*, 12 (11): 59-70.
- Dong R and Zhao G (2014). The use of artificial neural in vitro rumen methane production using the CNCPS carbohydrate fractions as dietary variables. *Livestock Production Science*, 162: 159-167.
- Dongre VB, Gandhi RS, Singh A and Ruhil AP (2012). Comparative efficiency of artificial neural networks and multiple linear regression analysis for prediction of first lactation 305-day milk yield in Sahiwal cattle. *Livestock Science*, 147: 192-197.
- Edriss MA, Hosseinnia P, Edrisi M, Rahmani HR and Nilforooshan MA (2008). Prediction of second parity milk performance of dairy cows from first parity information using artificial neural network and multiple linear regression methods. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 3 (4): 222-229.
- Eesa AS and Arabo WK (2017). Normalization method for backpropagation: A comparative study. *Science Journal of University of Zakho*, 5 (4): 319-323.
- Gandhi RS, Monalisa D, Dongre VB, Ruhil AP, Singh A and Sachdeva GK (2012). Prediction of first lactation 305-day milk yield based on monthly test day records using artificial neural networks in Sahiwal cattle. *Indian Journal of Dairy Science*, 65 (3): 229-233.

- Gandhi RS, Raja TV, Ruhil AP and Kumar A (2010). Artificial neural network versus multiple regression analysis for prediction of lifetime milk production in Sahiwal cattle. *Journal of Applied Animal Research*, 38 (2): 233-237.
- Gorgulu O (2012). Prediction of 305-day milk yield in Brown Swiss cattle using artificial neural networks. *South African Journal of Animal Science*, 42 (3): 280-287.
- Grzesiak W, Lacroix R, Wójcik J and Blaszczyk P (2003). A comparison of neural network and multiple regression predictions for 305-day lactation yield using partial lactation records. *Canadian Journal of Animal Science*, 83 (2): 307-310.
- Grzesiak W, Blaszczyk P and Lacroix R (2006). Methods of predicting milk yield in dairy cows- Predictive capabilities of Wood's lactation curve and artificial neural networks (ANNs). *Computers and Electronics in Agriculture*, 54: 69-83.
- Hampel FR, Ronchetti EM, Rousseeuw PJ and Stahel WA (1986). Robust statistics: The approach based on influence functions. *John Wiley and Sons*: Canada.
- Han J and Kamber M (2006). Data mining: Concepts and techniques. 2nd ed, Elsevier: San Francisco, USA.
- Hassan KJ, Samarasinghe S and Lopez-Benavides MG (2009). Use of neural networks to detect minor and major pathogens that cause bovine mastitis. *Journal of Dairy Science*, 92: 1493-1499.
- Hosseinia P, Edrisi M, Edriss MA and Nilforooshan MA (2007). Prediction of second parity milk yield and fat percentage of dairy cows based on first parity information using neural network system. *Journal of Animal and Poultry Sciences*, 7 (21): 3274-3279.
- Ince D and Sofu A (2013). Estimation of lactation milk yield of Awassi sheep with artificial neural network modeling. *Small Ruminant Research*, 113 (1): 15-19.
- Jain A, Nandakumar K and Ross A (2005). Score normalization in multimodal biometric systems. *Pattern Recognition*, 38 (12): 2270-2285.
- Jain YK and Bhandare SK (2011). Min max normalization based data perturbation method for privacy protection. *International Journal of Computer & Communication Technology*, 2 (8): 45-50.
- Jayalakshmi T and Santhakumaran, A (2011). Statistical normalization and back propagation for classification. *International Journal of Computer & Communication Technology*, 3 (1): 1793-8201.
- Kandanaarachchi S, Muñoz MA, Hyndman RJ and Smith-Miles K (2019). On normalization and algorithm selection for unsupervised outlier detection. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 34 (2): 309-354.
- Karadas K, Tariq M, Tariq MM and Eyduran, E (2017). Measuring predictive performance of data mining and artificial neural network algorithms for predicting lactation milk yield in indigenous Akkaraman sheep. *Pakistan Journal of Zoology*, 49 (1): 1-7.
- Kominakis AP, Abas Z, Maltaris I and Rogdakis E (2002). A preliminary study of the application of artificial neural networks to prediction of milk yield in dairy sheep. *Computers and Electronics in Agriculture*, 35 (1): 35-48.
- Kong LN, Li JB, Li RL, Zhao XX, Ma YB, Sun SH and Zhong JF (2018). Estimation of 305-day milk yield from test-day records of Chinese Holstein cattle. *Journal of Applied Animal Research*, 46 (1): 791-797.
- Mostert BE, Theron HE, Kanfer FHJ and van Marle Koster E (2006). Comparison of breeding values and genetic trends for production traits estimated by a lactation model and a fixed regression test-day model. *South African Journal of Animal Science*, 36: 71-78.
- Murphy MD, O'Mahony MJ, Shalloo L, French P and Upton J (2014). Comparison of modelling techniques for milk-production forecasting. *Journal of Dairy Science*, 97 (6): 3352-3363.
- Nayak SC, Misra BB and Behera HS (2014). Impact of data normalization on stock index forecasting. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*, 6: 357-369.
- Negnevitsky M (2002). Artificial intelligence, a guide to intelligent systems. 2nd ed, Pearson Education: Harlow.
- Njubi DM, Wakhungu JW and Badamana MS (2010). Use of test-day records to predict first lactation 305-day milk yield using artificial neural network in Kenyan Holstein-Friesian dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*, 42 (4): 639-644.
- Njubi DM, Wakhungu J and Badamana MS (2009). Milk yield prediction in Kenyan Holstein-Friesian cattle using computer neural networks system. *Livestock Research for Rural Development*, 21 (4).
- Oztemel E (2002). Yapay sinir ağları. *Papatya Yayıncılık*, İstanbul, Turkey.
- Pan J, Zhuang Y and Fong S (2016). *The impact of data normalization on stock market prediction: Using SVM and technical indicators*. In International Conference on Soft Computing in Data Science, 2nd Ed: Berry MW, Mohamed AH, Yap BW, Springer: Singapore, 72-88.

- Panigrahi S and Behera HS (2013). Effect of normalization techniques on univariate time series forecasting using evolutionary higher order neural network. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 3 (2): 280-285.
- Ruhil AP, Gandhi RS, Monalisa D, Behra K and Raja TV (2011). *Prediction of lactation yield based on partial lactation records using artificial neural networks*. In Proc. 5th National Conference on Computing for Nation Development, INDIACom-2011.
- Russell SJ and Norvig P (2016). Artificial intelligence: A modern approach. *Pearson Education Limited: Malaysia*.
- Salehi F, Lacroix R and Wade KM (1998). Effects of learning parameters and data presentation on the performance of backpropagation networks for milk yield prediction. *Transactions of the ASAE*, 41 (1): 253.
- Sanzogni L, and Kerr D (2001). Milk production estimates using feed forward artificial neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 32 (1): 21-30.
- Savegnago RP, Nunes BN, Caetano SL, Ferraudo AS, Schmidt GS, Ledur MC and Munari DP (2011). Comparison of logistic and neural network models to fit to the egg production curve of White Leghorn hens. *Poultry Science*, 90 (3): 705-711.
- Shahinfar S, Mehrabani-Yeganeh H, Lucas C, Kalhor A, Kazemian M and Weigel KA (2012). Prediction of breeding values for dairy cattle using artificial neural networks and neuro-fuzzy systems. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 2012: 127130.
- Shalabi AL, Shaaban Z and Kasasbeh B (2006). Data mining a preprocessing engine. *Journal of Computer Science*, 2 (9): 735-739.
- Shanker M, Hu MY and Hung MS (1996). Effect of data standardization on neural network training. *Omega*, 24 (4): 385-397.
- Sharma AK, Sharma RK and Kasana HS (2006). Empirical comparisons of feed-forward connectionist and conventional regression models for prediction of first lactation 305-day milk yield in Karan Fries dairy cows. *Neural Computing & Applications*, 15 (3-4): 359-365.
- Sharma AK, Sharma RK and Kasana HS (2007). Prediction of first lactation 305-day milk yield in Karan Fries dairy cattle using ANN modeling. *Applied Soft Computing*, 7: 1112-1120.
- Sola J and Sevilla J (1997). Importance of input data normalization for the application of neural networks to complex industrial problems. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 44 (3): 1464-1468.
- Tahmoorespur M, Hosseinnia P, Teimurian M and Aslaminejad AA (2012). Predictions of 305-day milk yield in Iranian Dairy cattle using test-day records by artificial neural network. *Indian Journal of Animal Sciences*, 82 (5): 511-516.
- Takma Ç, Atıl H and Aksakal V (2012). Comparison of multiple linear regression and artificial neural network models goodness of fit to lactation milk yields. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 18 (6): 941-944.
- Torres M, Hervás C and Amador F (2005). Approximating the sheep milk production curve through the use of artificial neural networks and genetic algorithms. *Computers & Operations Research*, 32 (10): 2653-2670.
- Yang XZ, Lacroix R and Wade KM (2000). Investigation into the production and conformation traits associated with clinical mastitis using artificial neural networks. *Canadian Journal of Animal Science*, 80: 415-426.
- Zhang G, Patuwo BE and Hu MY (1998). Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International Journal of Forecasting*, 14 (1): 35-62.



Research Article (Araştırma Makalesi)

Karaman İli Süt Sığırcılık İşletmelerinin Mekanizasyon Özellikleri*

Abdullah KAYA^{1a} Haydar HACISEFEROĞULLARI^{1b**}

^aT.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Karaman İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Karaman, TÜRKİYE

^bSelçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım makineleri ve Teknolojileri Bölümü, 42031, Kampüs, Konya, TÜRKİYE

(*) Yüksek Lisans Tez çalışmasının özetidir.

(**): Sorumlu yazar, hhsefer@selcuk.edu.tr; Tel: +90-332-2232807, Fax: +90-332-2410108

ÖZET

Karaman İlinde süt sığırcılığı yapan 110 tarım işletmesi tesadüfi örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Bu işletmelerden elde edilen birincil veriler çalışmanın temel materyalini oluşturmuştur. Araştırma sonucunda, işletme başına 1.44 adet traktör düştüğü, ortalama traktör yaşının 16 yıl olduğu ve 25 yıl üstü traktörlerin oranının ise %25.3 olduğu tespit edilmiştir. İşletmelerde toplam 1 040 adet ve 29 farklı tarım makinesi olduğu, traktör başına düşen makine sayısının 6.58 adet, traktör başına düşen makine kütlesinin 6.4 ton, ayrıca işletme başına düşen alet-makine sayısının ise 9.45 adet olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin %12.7'sinde gübre temizliğinde otomatik sıyırıcıların kullanıldığı tespit edilmiştir. İşletmelerin %41.3'ünde çift sıralı paralel sağım sistemi bulunduğu, %22'sinin sürü yönetim programını kullandığı, %39'unda sütölçer bulunmadığı, işletmelerin %51.2'sinde ise 8 saat ve üzeri sürede teknik servis hizmetinin alındığı tespit edilmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 20.08.2020

Kabul tarihi: 20.09.2020

Anahtar Kelimeler:

- Karaman,
- Süt sığırcılığı işletmeleri,
- Mekanizasyon özellikleri,
- Sağım mekanizasyonu

Alıntı için: Kaya A, Haciseferoğulları H (2020). Karaman İli Süt Sığırcılık İşletmelerinin Mekanizasyon Özellikleri. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 368-389. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.012>

Mechanization Characteristics of Dairy Cattle Farms in Karaman Province

ABSTRACT

In this study, 110 agricultural enterprises made dairy cattle were chosen by using random sampling method. The primary data obtained from these enterprises composed the basic material of the study. As a result of the research, it was determined that there are 1.44 tractors per farm, the mean age of tractors is 16 years and the rate of tractors over 25 years is 25.3%. It was determined that there are 1 040 agricultural machinery in total and these are 29 different types, the number of machines per tractor is 6.58, the machine mass per tractor is 6.4 tonnes and the number of tools-machines per enterprise is 9.45. It was detected in 12.7% of the enterprises use automatic scrapers for animal manure cleaning. It has been determined that 41.3% of the enterprises have a double line parallel milking system, 22% of them use the herd management programme. There is no milk meter in 39% of these enterprises and 51.2% of the enterprises receive technical service in 8 hours or more.

RESEARCH ARTICLE

Received: 20.08.2020

Accepted: 20.09.2020

Keywords:

- Karaman,
- Mechanization features,
- Dairy cattle farms,
- Milking mechanization

To cite: Kaya A, Haciseferoğulları H (2020). Mechanization Characteristics of Dairy Cattle Farms in Karaman Province. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 368-389. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.012>

GİRİŞ

Artan insan nüfusunun beslenmesi günümüzde önemli bir sorundur. Bu sorun nüfus artışına paralel olarak büyümektedir. İnsanların sağlıklı ve dengeli beslenmeleri için hayvansal kaynaklı proteinelere ihtiyaçları vardır. Bu protein kaynakları arasında et ve süt ile bunlardan elde edilen ürünler oldukça önemlidir. Ülkemize ait 2014 ile 2019 yılları arası büyükbaş hayvan varlığı ve süt üretim değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelgede ülkemizde 2019 yılında toplam 17 688 139 adet baş büyükbaş hayvan ve toplam 20 782 374 ton sığır sütü üretiminin olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Türkiye’nin sığır varlığı ve süt üretim değerleri (Anonim, 2019a)

Table 1. Cattle and milk production value in Turkey (Anonim, 2019a)

Yıllar	Toplam sığır	Sağılan sığır	Toplam süt (ton)	Sığır sütü (ton)	Verim (t/inek)
2014	14 223 109	5 609 240	18 630 859	16 998 550	3.03
2015	13 994 071	5 535 774	18 654 682	16 933 520	3.06
2016	14 080 155	5 431 714	18 489 161	16 786 263	3.09
2017	15 943 586	5 969 048	20 699 893	18 762 319	3.14
2018	17 042 506	6 337 907	22 120 716	20 036 877	3.16
2019	17 688 139	6 580 753	22 960 379	20 782 374	3.16

Türkiye’de süt üretimi yapan işletme sayısı genel olarak küçük ölçekli aile işletmeleri şeklindedir. Çiğ süt üretiminde, toplam süt sığırı işletme sayısı diğer ülkelere oranla yüksektir. 2016 yılı için ülkemizde toplam süt üretimi yapan işletme sayısının 1 160 371 adet olduğu ve kurulu toplam süt sığırcılığı işletmelerinin %77’sinin ise 10 büyükbaş hayvan sayısının altında kapasiteye sahip olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2016). Bu durum işletmelerin girdi maliyetlerini artırmakta, verimli sığır ırklarının seçiminde ve

ürünlerin pazarlanmasında sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Hayvancılığı geliştirme için programların hazırlanmasında bilgi eksikliği ortaya çıkmaktadır. Hayvancılık sektöründe gelecek için politikaların oluşturulmasında, veri tabanına ihtiyaç duyulmaktadır. Süt sığırcılığı sektörüne ilişkin bölgesel olarak yapılacak araştırmalar, üretim planlaması ve ekonomik işletmecilik politikalarına yön verecektir. Ayrıca bu tip çalışmaların daha yaygın şekilde ve belirli aralıklarla tekrarlanması, alandaki verilerin güncellenmesi, sektördeki mevcut durumun tespiti, zaman içerisindeki değişimlerin takip edilebilmesi ve meydana gelen sorunlara çözümler üretilebilmesinin yanında geleceğe yönelik gerçekçi planlamaların yapılabilmesi için de önemli olmaktadır (Şeker ve ark., 2012; Güzel ve Aybek, 2017).

Konu ile ilgili Karaman İlinde yapılmış çalışma bulunmamaktadır. Bu araştırma ile Karaman ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinin sürdürülebilir olması için mekanizasyon özelliklerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen veriler, alandaki problemlerin tanımlanmasına ve gerekli çözüm yollarının bulunmasına yardımcı olacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

İç Anadolu Bölgesinde yer alan Karaman ili 37.11 kuzey enlemleri, 33.15 doğu boylamları arasındadır. Karaman ilini Konya, Mersin ve Antalya çevrelemektedir. Karaman'ın yüzölçümü 8.869 km² olup, deniz seviyesinden yüksekliği 1 033 metredir. Karaman ilinin Merkez ilçe, Ayrancı, Başyayla, Ermenek, Kâzımkarabekir ve Sarıveliler olmak üzere 6 ilçesi vardır (Şekil 1).



Şekil 1. Karaman ilinin coğrafi haritası

Figure 1. Geographical map of Karaman province

Çalışmanın birincil verileri, Karaman ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinden anket yöntemi ile elde edilmiştir. Araştırma verileri 2018 yılının Ocak ve Şubat aylarına ait olup, grupları temsil edecek şekilde süt sığırcılığı işletmeleri ile yüz yüze anket yapılmıştır.

Karaman ilinin Sarıveliler, Ermenek ve Başyayla ilçeleri dağlık olup, yem bitkilerinin ekimi bulunmamaktadır. Dolayısıyla süt sığırcılığı işletmelerinin sayısı da azdır. Bu nedenle Karaman ilinin Merkez, Ayrancı ve Kâzımkarabekir İlçeleri gayeli olarak seçilmiştir. Karaman ilindeki 2018 yılı Hayvan Bilgi Sistemi kayıtlarına göre bu üç ilçede toplam 2430 sığır yetiştiriciliği yapan tarım işletmesi bulunmaktadır. Bu işletmelerden

bir hayvan sayısına sahip olanlar popülasyondan çıkarılmıştır. Söz konusu ilçelerdeki süt sığırları işletmelerinin toplam hayvan sayıları araştırmanın ana çerçevesini oluşturmuştur.

Ana kitlenin frekans dağılımı göz önünde bulundurularak hayvan sayıları 2-10 baş, 11-40 baş, 41-100 baş ve 101 baştan büyük olmak üzere dört tabaka halinde incelenmiştir. Popülasyondan örneğe giren işletme sayıları tabakalı örnekleme metotlarından biri olan Neyman yöntemine göre aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Yamane, 1967).

$$n = \frac{\Sigma (Nh.Sh)^2}{N^2.D^2 + \Sigma (Nh.Sh^2)} \quad (1)$$

$$D^2 = \frac{d^2}{z^2} \quad (2)$$

Formülde;

n : Örnek sayısı,

N : Popülasyondaki işletme sayısı,

Nh : h'inci tabakadaki işletme sayısı,

Sh : h'inci tabakadaki varyansı,

D : Popülasyon ortalamasından izin verilen hata payı,

z : Hata oranına göre standart normal dağılım tablosundaki z değerini ifade etmektedir.

Popülasyonu temsil edecek örnek sayısı %5 hata payı ile %90 güven sınırları içerisinde 110 olarak belirlenmiş ve örnek işletmeler tesadüfen seçilmiştir. İşletme gruplarına göre örnek hacminin ve örnek sayısının oransal dağılımı Çizelge 2' de verilmiştir. Elde edilen veriler gözlem tekniği ile desteklenmiştir.

Sonuçların değerlendirilmesinde, elde edilen veriler için SPSS programı kullanılmıştır. Bu bulguların analiz edilmesinde frekans, yüzde, ortalama ve hipotez χ^2 testi kullanılmıştır.

Çizelge 2. Süt sığırları işletmelerinin hayvan sayısına ve örnek sayısına göre dağılımı
Table 2. Distribution of dairy farms according to the number of animals and the number of samples

Tabakalar	Hayvan sayısı	İşletme sayısı	Varyasyon katsayısı (%)	Örnek sayısının oransal dağılımı			Anket sayısı
				Merkez	Ayrancı	Kazımkarabekir	
1. Tabaka	2-10	1 066	46	12	2	1	15
2. Tabaka	11-40	981	39	36	6	2	44
3. Tabaka	41-100	233	25	15	3	1	19
4. Tabaka	101- +	68	47	26	4	2	32
Toplam	-	2 348	-	89	15	6	110

BULGULAR VE TARTIŞMA

İşletmelerin ve işletmecilerin bazı özellikleri

Karaman ilinde süt sığırları işletmelerinin yaklaşık %36'sının iş geçmişlerinin 10 yılın altında olduğu, işletmecilerin ortalama yaşının 46.9 yıl olduğu, yaklaşık %62.6'sının ilköğretim mezunu olduğu, işletmelerin %68.2'sinin öz sermaye ile kurulduğu ve %15.5'inin ise tarım dışında gelirinin olmadığı belirlenmiştir. İşletmelerin %16.4'ünün sadece süt sığırcılığı yaptığı ve işletmelerin %55.5'inin kredi kullanmak zorunda kaldığı saptanmış olup, bu durum işletmelerin ekonomik olarak problemlerinin olduğunu ve

sürdürülebilirlik açısından sorunlarının bulunduğu işaret etmektedir. İşletmelerin %88.2'sinde aile bireylerinin üretime katkı verdiği ve toplam birey sayısının 215 olduğu ve işletme başına düşen aile bireyi sayısının ise 1.95 olduğu belirlenmiştir. Üretime katkı sağlayan aile bireyi sayısının yüksekliği, özellikle az hayvan sayısına sahip işletmelerin aile işletmesi olduğunu göstermektedir.

Anket yapılan işletmelerin toplam tarım alanı varlığı 24 608 da ve bu alanın 20 077 da'lık bölümünde (%81.6) sulu tarım yapıldığı, işletmelerin ortalama tarım alanı miktarının 223.71 da, ortalama parsel sayısının 10.3 adet ve parsel büyüklüğünün ise 30.4 da olduğu tespit edilmiştir. Ekim alanlarındaki ürün dağılımı incelendiğinde, %27.4'lük bir bölümünde dane mısır, %11.78'lik bölümünde silajlık mısır, %11.7'lik bölümünde yonca, %8.3'lük bölümünde fiğ ve %8.3'lük bölümünde ise arpa üretiminin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bölgede fiğ ekiminden sonra yaklaşık %9.8'lik bir bölümde ikinci ürün olarak silajlık mısır ekiminin olduğu dikkat çekmektedir. İşletmelerin sadece %36.4'ü kaba yem ihtiyacını karşılayabilmekte ve yaklaşık üçte biri ise kaba yemi tamamen dışarıdan satın almaktadır. Bu nedenle kaba yem üretiminin yetersiz düzeyde olduğu belirtilebilir. Aynı şekilde, işletmelerin sadece %2.7'si kesif yem ihtiyaçlarını kendi üretimleriyle karşılamakta ve %45.5'inin ise, silaj yapmaması nedeniyle, işletmelerin sürdürülebilirliği açısından problemler doğurduğu düşünülmektedir.

İşletmelerin tamamının tarımsal bir örgüte üye olduğu saptanmıştır. Tarımsal desteklerden yararlanmak için işletmelerin farklı tarımsal örgütlere üye oldukları, ancak çiftçi örgütlerince yapılan danışmanlık ve eğitim çalışmalarının yeterli olmadığı belirtilebilir. Özellikle sayısı sadece bir olan Tarımsal Kalkınma Kooperatifinin ve üye sayısının artırılmasının, örgütlenme düzeyinin etkinliğini artıracığı düşünülmektedir.

Anket çalışması sonucunda süt sığırları işletmelerinin %82.7'sinde süt veriminin yüksek olması nedeniyle Holstein ırkı sığırların tercih edildiği, işletme başına ortalama hayvan sayısının 95 olduğu, işletme başına 44 sığır ve sağılan sığır sayısının 34, sığır başına günlük ortalama süt miktarının ise 20.14 L olduğu belirlenmiştir. İşletmecilerin teknoloji ve bilgi birikimini iyi kullandıklarını ve böylece günlük süt veriminin yüksek olduğu görülmektedir. Ancak işletme başına 0.1 veteriner hekim düşmesi, işletmelerin %43.6'sının veteriner veya danışmanlık hizmeti almaması, sadece %10'unun sürekli bu hizmeti alması ve işletmelerin %55.5'inin hiçbir eğitim talebinin olmaması düşündürücüdür.

İşletmelerin Mekanizasyon Özellikleri

Traktör varlığı

İşletmelerin traktör sayıları Çizelge 3'de görülmektedir. Karaman ilindeki süt sığırları işletmelerinde toplam 158 adet traktör bulunduğu, sayılarının 1 ile 7 arasında değiştiği, işletme başına 1.44 traktör düştüğü ve ortalama traktör yaşının ise 16 yıl olduğu belirlenmiştir. Anket kapsamında işletmelerin genel olarak %16.4'ünde traktör bulunmadığı, %50.9'unda bir adet traktör, %16.4'ünde ise iki adet traktör, %10.9'unda 3 adet traktör olduğu ve dört, beş ile yedi traktöre sahip olan işletmelerin oranları ise sırasıyla %1.8, %2.7 ile %0.9 olduğu belirlenmiştir. İşletme büyüklüğü ile traktör sayıları arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.01$).

Çizelge 3. Süt sığırcılığı işletmelerinin traktör sayıları**Table 3.** The number of tractors in dairy farms

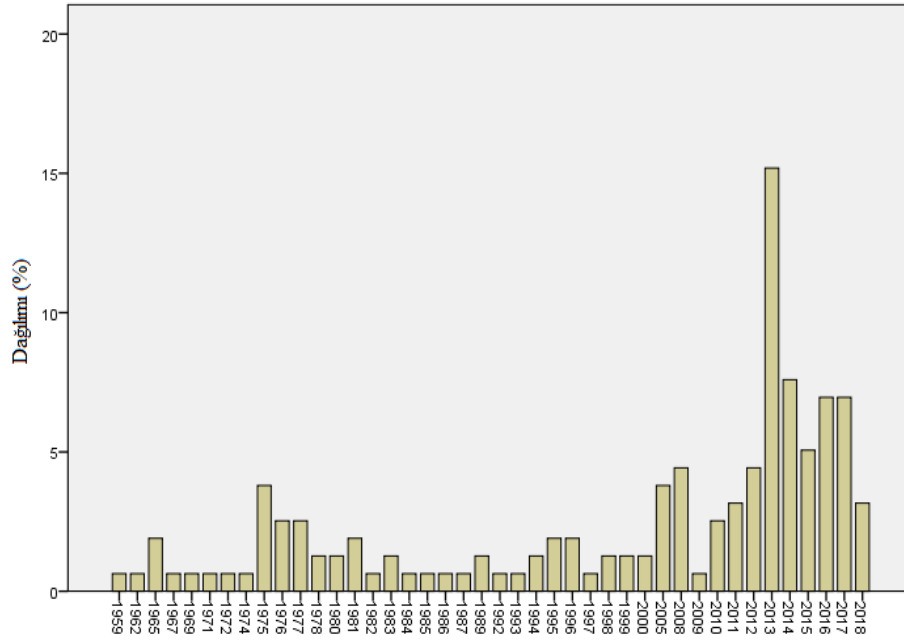
Özellikler	İşletme grupları				Genel
	1. grup (2-10 baş)	2. grup (11-40 baş)	3. grup (41-100 baş)	4. grup (101+ baş)	
Traktör sayısı					
Traktörü yok	4 (%26.7)	11 (%25.0)	3 (%15.8)	-	18 (%16.4)
1 adet	10 (%66.7)	28 (%63.6)	10 (%52.8)	8 (%25.0)	56 (%50.9)
2 adet	-	4 (%9.1)	5 (%26.3)	9 (%28.1)	18 (%16.4)
3 adet	1 (%6.7)	1 (%2.3)	1 (%5.3)	9 (%28.1)	12 (%10.9)
4 adet	-	-	-	2 (%6.2)	2 (%1.8)
5 adet	-	-	-	3 (%9.4)	3 (%2.7)
7 adet	-	-	-	1 (%3.1)	1 (%0.9)
Toplam	15	44	19	32	110

($\chi^2=49.443$; SD=18; P-değeri=0.000)

Araştırma kapsamında kullanılan traktör modellerinin dağılımı Şekil 2'de verilmiştir. İlgili şeklin incelenmesiyle traktör modellerinin 1959 ile 2018 yılları arasında olduğu, 2013 model traktörlerin yoğunluğunun %15.2 ve son beş yıla ait (2013-2018) traktörlerin oranının ise %45.1 olduğu görülmektedir. Türkiye'de, traktör parkının yaklaşık yarısının 25 yaşın üzerindeki traktörlerin oluşturduğu bildirilmektedir (Evcim ve ark., 2015). Karaman İlindeki süt sığırcılığı işletmelerinde ise 25 yıl ve üstü traktörlerin oranı %25.3 olarak tespit edilmiş olup, Türkiye ortalamasının altında bulunmuştur.

Traktörlerin marka ve güç durumuna göre dağılımı Çizelge 4'de verilmiştir. Karaman İlindeki süt sığırcılığı yapan işletmelerde %22.8 Tümosan, %18.35 Massey Ferguson, %13.92 Fiat, %12.1 Erkunt, %8.8 New Holland ve %7.6 oranla John Deere ve %2.5 oranla Ford marka traktörlerin ağırlıklı olarak bulunduğu tespit edilmiştir. Tümosan marka traktörün daha fazla tercih edilmesinde, traktör üretiminin bölgede yapılması ve traktör fiyatının daha uygun olması etkili olabilir.

Tarım işletmelerinde bulunan traktörlerin güç değerlerinin 29.4 ile 176 kW arasında değiştiği, ortalama güç değerinin 57.2 kW olduğu ve toplam güç değerinin ise 9 037.8 kW olduğu görülmektedir. Ülkemizde ortalama traktör gücünün 60 BG (44.1 kW) olduğu (Anonim, 2019) dikkate alındığında, anket kapsamında Karaman İlindeki süt sığırcılığı işletmelerinin ortalama güç değerlerinin Türkiye ortalamasından %130 daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Traktör modellerinin dağılımı

Figure 2. Distributions of tractor models

Traktörlerin güç dağılımları Çizelge 5’de verilmiştir. Traktör parkının yaklaşık %27.21’inde, traktör güçlerinin 60 ile 60.9 kW arasında değiştiği ve bu güç grubunun ortalama değerinin ise 65.9 kW olduğu saptanmıştır. Bu güç grubunu %23.42’lik oranla 40- 49.9 kW ve %22.15’lik oranla ise 50-59.9 kW arasında en yüksek oranlarda değiştiği belirlenmiştir.

Tarım makineleri varlığı

Karaman İlindeki süt sığırcılığı işletmelerinde bulunan tarım makinelerinin sayısı, yaygın tipi, işletme ve traktör başına düşen makine sayıları Çizelge 6’da görülmektedir.

Çizelge 4. Traktörlerin marka ve güç dağılımları**Table 4.** Trademarks and power distributions of tractors

Markası	Motor gücü (kW)	Sayısı	Toplam güç (kW)	Markası	Motor gücü (kW)	Sayısı	Toplam güç (kW)	Markası- Modeli	Motor gücü (kW)	Sayısı	Toplam güç (kW)
Başak 2073 SH	47.1	1	47.1	John Deere 6330	77.2	1	77.2	New Holland TD70	55.1	1	55.1
Case Jx90	68.3	1	68.3	John Deere 6430	84.6	2	1.3	New Holland TD75D	55.1	1	55.1
Deutz-Fahr 5110	75.7	1	75.7	Kubota M5111	83.1	1	0.6	New Holland TD85D	62.5	1	62.5
Erkunt Bereket 65	47.1	1	47.1	Kubota MK5000	36.8	1	36.8	Same Minitaurus 60	44.1	1	44.1
Erkunt Kısmet 58	42.3	1	42.3	Landini 5-090H	61	2	61	Steyr 760	44.1	1	44.1
Erkunt Kıymet 90	68	1	68	Landini Powerfarm 100	68	1	136	Steyr 8075	47.1	2	94.2
Erkunt Nimet 70	50	5	250	Landini Powerfarm 110	75	1	75	Tümosan 60-70	44.1	1	44.1
Erkunt Servet 80.4	55.5	6	333	Massey Ferguson 265	48.5	1	48.5	Tümosan 6165	47.8	2	95.6
Erkunt Servet 85	60.3	1	60.3	Massey Ferguson 285	66.9	2	66.9	Tümosan 6570	47.8	1	47.8
Erkunt Servet 90	66.2	4	264.8	Massey Ferguson 135	29.4	6	58.8	Tümosan 7080	51.5	1	51.5
Fiat 480	35.3	9	317.7	Massey Ferguson 165	47.8	1	286.8	Tümosan 7480	54.4	3	163.2
Fiat 540	39.7	1	39.7	Massey Ferguson 175	51.5	1	51.5	Tümosan 8075	55.1	2	110.2
Fiat 54C	39.7	2	79.4	Massey Ferguson 185	57.4	3	57.4	Tümosan 8085	62.5	1	62.5
Fiat 60-56	44.1	2	88.2	Massey Ferguson 240	33.8	2	101.4	Tümosan 8095	69.9	7	489.3
Fiat 640	47.1	4	188.4	Massey Ferguson 2635	54.4	3	108.8	Tümosan 8105	77.2	2	154.4
Fiat 70-56	51.5	1	51.5	Massey Ferguson 265	48.5	1	145.5	Tümosan 8185	62.5	2	125
Fiat 70-66	50.7	1	50.7	Massey Ferguson 285	66.9	1	66.9	Tümosan 8195	69.9	1	69.9
Fiat 780	57.4	2	114.8	Massey Ferguson 285S	55.1	2	55.1	Tümosan 8280	60.3	7	422.1
Ford 3600	35.3	1	35.3	Massey Ferguson 3060	44.1	2	88.2	Tümosan 9080	66.2	5	331
Ford 5000	50.7	3	152.1	Massey Ferguson 5440	77.2	1	154.4	Tümosan 9580	58.8	1	58.8
Fordson Power Majör	38.2	1	38.2	Massey Ferguson 5445	70	1	70				
Foton 504	47	2	94	Massey Ferguson 5450	77.3	1	77.3				
Hattat A 100	67.6	1	67.6	Massey Ferguson 5460	80.9	1	80.9				
Hattat A 110	75	2	150	Massey Ferguson 6716S	110.3	1	110.3				
Hattat T4075	55.1	1	55.1	Nem Holland TT65	47.8	1	47.8				
Hattat T4090	67.6	1	67.6	New Holand TD 100	73.5	1	73.5				
Hattat T4100	75	1	75	New Holand TD55B	40.4	1	40.4				
John Deere 5065E	49.3	1	49.3	New Holand TD65S	47.8	1	47.8				
John Deere 5093E	68.4	3	205.2	New Holand TD75D	52.9	1	52.9				
John Deere 5095M	69.9	1	69.9	New Holland 55-56S	40.4	1	40.4				
John Deere 5105M	78	1	78	New Holland L95	70	1	70				
John Deere 5715	65.4	1	65.4	New Holland TD 100	73.5	1	73.5				
John Deere 6120R	88.2	1	88.2	New Holland TD110D	80.9	1	80.9				
John Deere 6210R	176	1	176	New Holland TD65S	47.8	1	47.8				
Toplam										159	9 037.8

Çizelge 5. Traktörlerin güç dağılımı**Table 5.** Power distributions of tractors

Güç değerleri (kW)	I. Grup	II. Grup	III. Grup	IV. Grup	Traktör sayısı (adet)	Yüzdesi (%)	Ortalama güç (kW)
29.4-39.9	7	7	1	5	20	12.66	35.43
40-49.9	5	13	4	15	37	23.42	45.51
50-59.9	-	8	6	21	35	22.15	53.53
60-69.9	3	6	9	25	43	27.21	65.90
70-79.9	-	4	2	9	15	9.49	75.74
80-89.9	-	-	1	5	6	3.79	84.26
90 +	-	-	-	2	2	1.27	126.07
Toplam	15	38	23	82	158	100	-

Çizelge 6'nın incelenmesiyle işletmelerde toplamda 1 040 adet ve 29 farklı tarım makinesi olduğu, traktör başına düşen makine sayısının 6.58 makine ve traktör başına düşen makine kütlelerinin 6.4 ton olduğu, ayrıca işletme başına düşen alet-makine sayısının ise 9.45 olduğu hesaplanmıştır. Tarım makineleri sayıları, tarım arabası (204 adet), kulaklı pulluk (98 adet), kültivatör (58 adet), pülverizatör (56 adet), kombine hububat ekim makinesi (52 adet), yem karma ve dağıtma makinesi (40 adet) ve ot tırmığı (25 adet) şeklinde sıralandığı görülmektedir. Burada dikkat çeken dördüncü grupta bulunan dört işletmede beko loder bulunmasıdır.

Traktör başına düşen makine sayısında 1.29 ile tarım arabası ilk sırada olup, bunu sırasıyla, 0.62'lik değerle kulaklı pulluk, 0.47'lik değerle kültivatör ve 0.35'lik bir değer ile pülverizatör izlemektedir. Türkiye'de traktör başına düşen tarım arabası sayısı 0.71, kulaklı pulluk sayısı 0.67, kültivatör sayısı 0.32 ve pülverizatör sayısı ise 0.32'lik değerlerde bulunmaktadır (Evcim ve ark., 2015).

Anket yapılan süt sığırcı işletmelerinde kaba yemin üretilmesi gereklidir. Bölgede kaba yem ihtiyacı, yem bitkileri tarımı yapılan arazilerden karşılanmaktadır. İşletme başına düşen traktörle çalıştırılan diskli sıkmalı ve tamburlu çayır biçme makinelerinin sayısının 0.06 ve 0.19, balya makinesinin 0.16, sap toplamalı saman yapma makinesinin 0.05, yem ezme makinesinin 0.12, ot tırmığının 0.23 ve mısır silaj makinesinin 0.21 olması nedeniyle, işletmelerin kaliteli kaba yem üretim sorununu çözecek bir yapıya sahip olmadıkları söylenebilir.

Çizelge 6. Tarım işletmelerindeki makine sayısı, yaygın tipi, işletme ve traktör başına düşen makine sayıları**Table 6.** Number of machines in agricultural enterprises, common type, number of machines per enterprise and tractor

Alet ve Makineler	Makine sayısı (adet)					Tipi/ kapasitesi	Değişim sınırı	Yaygın tipi	Yaygın tipin oranı (%)	Makine/ Traktör	Makine/ İşletme	Toplam kütle (kg)
	1	2	3	4	Toplam							
Kulaklı pulluk	11	33	21	36	98	Gövde	3-7	4 Gövdeli	45.9	0.62	0.89	64 000
Dipkazan	-	5	3	16	24	Ayak	1-11	7 Ayaklı	33.3	0.15	0.22	15 700
Diskaro	-	2	3	15	20	Disk	16-26	22 Diskli	45.0	0.13	0.18	23 250
Dişli tırmık	-	1	3	12	16	Diş	50-100	60 Dişli	37.5	0.10	0.15	8 740
Santrifüj gübre dağıtma	-	2	3	15	20	Depo kapasitesi	300-1000 L	500 L	23.8	0.13	0.18	7 900
Kombikürüm	-	1	-	4	5	İş genişliği (m)	2.25-4.60	2.69	60	0.03	0.05	3 010
Kombine hububat ekim makinesi	3	21	9	19	52	Sıra	16-24	18 Sıralı	28.8	0.33	0.47	50 440
Pülverizatör	4	15	14	23	56	Depo kapasitesi	400-2000 L	600 L	41.1	0.35	0.51	10 900
Kültivatör	12	41	5	58	114	Ayak	9-15 Ayaklı	11 Ayaklı	42.7	0.47	0.68	65 675
Merdane	-	11	3	10	24	İş genişliği (m)	2.6- 3.6	3	58.3	0.15	0.21	18 360
Mısır silaj makinesi	1	3	5	14	23	Sıra	Tek-iki sıra	Tek sıra	73.9	0.15	0.21	16 400
Ot tırmığı	-	3	5	17	25	Ünite	4'lü	4'lü	100	0.16	0.23	4 375
PNömatik hassas ekim makinesi	1	3	1	12	17	Ünite	4-6	6 üniteli-gübreli	52.9	0.11	0.15	18 550
Dik milli rototil	1	5	2	7	15	İş genişliği (m)	2- 3.5 m	3 m	40	0.09	0.14	16 615
Yatay milli rototil	-	-	3	12	15	İş genişliği (m)	2.1-3.1 m	3.1 m	40	0.09	0.14	16 220
Sap toplamalı saman yapma mak.	-	-	2	3	5	İş genişliği	1.65 m	1.65	100	0.03	0.05	9 250
Harman makinesi	5	10	4	2	21	Depolu-deposuz	-	Deposuz (elemeli savurmalı)	47.6	0.13	0.19	34 500
Su tankeri	-	5	6	11	22	Depo kapasitesi	2-10 ton	5 ton	36.4	0.14	0.20	22 370
Tarım arabası	13	51	42	98	204	Kapasite	3.5 t tek dingil- 12 t	5 ton	28.43	1.29	1.85	385 500
Diskli sıkmalı çayır biçme makinesi	-	2	1	9	12	İş genişliği (m)	1.65-3 m	3 m	55.5	0.06	0.05	12 700
Tamburlu çayır biçme makinesi	1	2	2	16	21	Tambur sayısı	2 ile 4	2	80.9	0.13	0.19	6229
Yem karma ve dağıtma makinesi	-	2	6	32	40	Depo kapasitesi	3-16 m ³	6 m ³	47.5	0.25	0.36	119 700
Yem ezme makinesi	-	6	-	7	13	Çalışma kapasitesi	0.5-1 kg h ⁻¹	0.5 kg h ⁻¹	38.5	0.08	0.12	1 205
Ön yükleyici kepçe	-	1	4	19	24	Kepçe kapasitesi	0.58- 0.72 m ³	0.72 m ³	87.5	0.15	0.21	8 865
Arka yükleyici (üç nokta bağlantılı)	1	7	6	5	19	Lif sayısı	1-2	Çift lifli (0.28 m ³)	52.6	0.12	0.17	5 415
Kanal açma makinesi	-	2	-	1	3	Genişlik ve derinlik	0.35-1 m	0.35-1 m	100	0.02	0.03	2 700
Balya makinesi	-	2	2	14	18	Dikdörtgen ve rulo	Dikdörtgen ve rulo	Dikdörtgen (haşbaylı)	72.2	0.11	0.16	46 300
Gübreli ara çapa makinesi	1	3	3	9	16	Ünite	5-7	6 üniteli	50	0.10	0.15	13 800
Çekilir pancar hasat makinesi	1	-	-	-	1	Sökücü sıra	Bir sökücü	Bir sökücü (2.7 t kapasiteli)	100	0.006	0.009	3 000
Beko loder*	-	-	-	4	4	Ön yükleyici ve kazıcı	--	-	-	-	-	-
Toplam					1 040							1 011 669

*Toplam sayıya ve hesaplamalarda kütlesi dâhil edilmemiştir.

Kaba ve kesif yemlerin hayvanlara homojen dağıtılmasında kullanılan yem karma ve dağıtma makinesinin işletme başına sayısı 0.36 adet olarak bulunmuştur. Bu değer diğer kaba yem üretiminde kullanılan makinelere göre daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Ancak bu makinelerin %80'inin dördüncü grupta yer alan işletmelerde bulunması, başka bir ifade ile sürü büyüklüğü daha az olan ikinci gruptaki işletmelerde %5 ve üçüncü gruptaki işletmelerde ise %15 oranında bulunması dikkat çekmektedir. Bu durum küçük ölçekli işletmelerde yem karma ve dağıtma işleminin işgücü kullanılarak yapıldığını göstermektedir. Konu ile ilgili olarak Kahramanmaraş ilindeki süt sığırcılığı yapılan işletmelerde 0.21 adet yem karma ve dağıtma makinesi bulunduğu (Güzel ve Aybek, 2017), Sakarya ili Karasu ilçesinde ise süt sığırcılığı işletmelerinin %80'inde (150 işletmenin) yem karma ve dağıtma makinesinin bulunduğu bildirilmektedir (Bahat, 2015).

Genel olarak değerlendirildiğinde, Karaman ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinin tarım makineleri sayısının ve çeşitliliğinin Türkiye ortalamalarının üzerinde olduğu belirtilebilir.

Gübre mekanizasyonu

Karaman ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinin gübre temizleme durumları Çizelge 7'de verilmiştir. İşletmelerin genel olarak %12.7'si gübreleri, gübre kanalından otomatik sıyırıcılar yardımıyla, %54.5'i traktör ve %32.7'si ise işgücü yardımıyla kürekle temizlediği belirlenmiştir. Birinci grupta bulunan işletmelerin %86.7'sinin, ikinci grupta %50'sinin, üçüncü grupta ise %5.3'ünün elle gübreyi temizlediği, dördüncü gruptaki işletmelerin ise %43.8'inin otomatik sıyırıcıyla ve %56.2'sinin ise traktör yardımıyla gübreyi temizlediği tespit edilmiştir. İşletme büyüklükleri ile uygulanan gübre temizliği yöntemleri arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$). Sakarya ili Karasu ilçesinde işletmelerin %9'unda zincirli sıyırıcılar ile gübre temizliği yapıldığı (Bahat, 2015), Aydın ilinde süt sığırcılığı işletmelerinin %67.8'inde ahırdan traktör küreği ile ve %10.4'ünde ise gübre sıyırıcısı kullanılarak (Soyer, 2014), Kahramanmaraş ilinde ise işletmelerin %2.79'unun paletli sonsuz zincirli götürücü ile gübre temizliği yapıldığı (Güzel ve Aybek, 2017) bildirilmektedir.

Çizelge 7. İşletmelerde gübre temizliğinde mekanizasyon durumu

Table 7. Mechanization status in manure cleaning in enterprises

İşlemler	İşletme grupları				Toplam
	1. grup (2-10 baş)	2. grup (11-40 baş)	3. grup (41-100 baş)	4. grup (101+ baş)	
Gübre temizliği					
Otomatik sıyırıcı ile	-	-	-	14 (%43.8)	14 (%12.7)
Elle (kürekle)	13 (%86.7)	22 (%50.0)	1 (%5.3)	-	36 (%32.7)
Traktör yardımı ile	2 (%13.3)	22 (%50.0)	18 (%94.7)	18 (%56.2)	60 (%54.5)

($\chi^2=76.804$; SD=6; P-değeri=0.000)

Gübre mekanizasyonu ile ilgili olarak 14 işletmede kullanılan sıyırıcıların, 13 tanesinin paletli sonsuz zincirli ve 1 tanesinin ise halatlı tipte olduğu saptanmıştır. Bu sistemlerin günde 1 ile 5 kez çalıştırıldığı, otomatik gübre sıyırıcısı bulunan işletmelerin %21.4'ünde günde 1 kez, %28.6'sında 4 kez, %21.4'ünde 3 kez ve %14.3'lük oranlarla ise 2 ve 5 kez çalıştırıldığı saptanmıştır. Otomatik sıyırıcı kullanan işletmelerin, sıyırıcıları tek seferde çalıştırma sürelerinin 15 ile 60 dakika arasında değiştiği, en yüksek oranın ise %35.7'serlik oranlar ile 20 ve 30 dakika ve otomatik

sıyırıcıların tek seferde ortalama çalıştırılma süresinin ise 31.8 dakika olduğu tespit edilmiştir.

Gübre temizliğini elle (kürekle) yapan 36 işletmede toplamda 44 işgücünün bulunduğu ve gübre temizliği yapan ortalama işgücü sayısının 1.2 olduğu tespit edilmiştir. Elle yapılan gübre temizliği için %27.8 oranında geçen sürenin 30 dakika olduğu, toplam temizliğin 1025 dakika sürdüğü, temizleme sürelerinin 10 ile 60 dakika arasında değiştiği ve ortalama temizleme süresinin 28.5 dakika olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu işletmelerin tamamında gübrenin günde temizlenme sayısının iki kez olduğu saptanmıştır.

Traktör ile gübrenin temizlendiği toplam 60 işletmede, 30 gün aralıkla gübre temizliği yapan işletmelerin oranı %25, 15 gün aralıkla yapan işletmelerin oranı ise %23.3 ve 7 gün aralıkla yapan işletmelerin oranı ise %18.3 olarak belirlenmiştir. Traktör ön ve arka yükleyici kullanarak yapılan gübre temizlemede, temizleme aralığının 1 ile 90 gün (3 ay) arasında değiştiği ve ortalama gübre temizleme gün sayısının ise 19.25 gün olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak traktör kullanılarak yapılan gübre temizliğinde, işlem sürelerinin 1 ile 10 saat arasında değiştiği ve en yüksek oranların ise 2 ve 4 saat ile %18.3'erlik oranlarda belirlenmiş olup, ortalama gübre temizleme süresi ise 4.4 saat olarak saptanmıştır. Karaman ilindeki süt sığırcı işletmelerinde traktör yardımıyla yapılan gübre temizliğinde kullanılan işgücünün 1 ile 5 arasında değiştiği, %48.3 oranında traktör ile gübre temizliği yapan işletmelerde 2 işgücünün ve %35 oranında ise 1 işgücünün çalıştırıldığı, ortalama işgücü sayısının ise 1.92 olduğu belirlenmiştir.

Anket kapsamında Karaman ilindeki süt sığırcı işletmelerinin %4.1'inin elde ettikleri hayvan gübresini depolamadıkları, %12.7'sinin gübre çukurunda depoladığı, %78.2'sinin açık alanda gübreyi depoladığı ve %3.6'sının ise barınak içinde gübreyi depoladığı, ayrıca işletmelerin sadece %6.4'ünün seperatör kullanarak gübre ayırımı yaptığı saptanmıştır. Güzel ve Aybek (2017), Kahramanmaraş ilinde işletmelerin %86.13'ünün gübreyi depoladığını, gübre depolayan işletmelerin %85.92'sinin açık alanda, %14.8'inin gübre çukurunda depoladığını ve sadece işletmelerin %1.64'ünde gübrelerin katı ve sıvı ayırma işleminin yapıldığını bildirmektedir. Gübre değerlendirme şekli olarak ise süt sığırcı işletmelerinin %74.5'inin elde ettikleri katı gübreyi kendi tarlasına attıkları, %20'sinin ticari olarak sattığı, %1.8'inin altlık olarak kullandığı ve %3.6'sının ise hem tarlaya attığı hem de sattığı tespit edilmiştir. Boz (2013) Doğu Akdeniz Bölgesinde işletmelerin %62.5'inin, Soyer (2014) Aydın İlinde %87.4'ünün ve Güzel ve Aybek (2016) ise Kahramanmaraş ilinde işletmelerin %73.16'sının gübreyi tarlalarına attığını belirtmişlerdir.

Yemleme ve sulama mekanizasyonu

Anket sonuçlarına göre işletmelerin %66.4'ünün yem dağıtımını elle (işgücü kullanarak) ve %33.6'sını yem karma dağıtım makinesi ile yaptığı saptanmıştır (Çizelge 8). İşletme büyüklükleri dikkate alındığında birinci gruptaki işletmelerin tamamının elle, ikinci gruptaki işletmelerin %95.5'inin, üçüncü gruptaki işletmelerin %73.7'sinin ve dördüncü gruptaki işletmelerin ise %6.3'ünün yem dağıtımını elle yaptığı tespit edilmiştir. Başka bir ifade ile üçüncü gruptaki işletmelerin %35.7'si ve dördüncü gruptaki işletmelerin ise %93.4'ünün yem dağıtımını, yem karma ve dağıtım makinesi ile yaptığını ve bu oranlar arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğu vurgulanabilir ($p < 0.01$).

Çizelge 8. Süt sığırı işletmelerinde yemleme durumu
Table 8. Feeding status in dairy farms

Özellikler	İşletme grupları				Genel
	1. grup (2-10 baş)	2. grup (11-40 baş)	3. grup (41-100 baş)	4. grup (101+ baş)	
Yem dağıtımı					
Yem karma ve dağıtma makinesi ile Elle	-	2 (%4.5)	5 (%26.3)	30 (%93.8)	37 (%33.6)
($\chi^2=76.543$; SD=3; P-değeri=0.000)	15 (%100)	42 (%95.5)	14 (%73.7)	2 (%6.2)	73 (%66.4)
Yemlik tipi					
Kovalı tip	1 (%6.7)	10 (%22.7)	6 (%31.6)	-	17 (%15.2)
Kilitli tip	5 (%33.3)	13 (%29.5)	6 (%31.6)	22 (%68.8)	46 (%41.8)
Yalak tip	4 (%26.7)	10 (%22.7)	5 (%26.3)	3 (%9.4)	22 (%20.0)
Serbest	5 (%33.3)	11 (%25.0)	2 (%10.5)	7 (%21.9)	25 (%22.7)
($\chi^2=23.046$; SD=9; P-değeri=0.006)					
İşgücü					
1 kişi	14 (%93.3)	34 (%77.3)	13 (%68.4)	20 (%62.5)	81 (%73.6)
2 kişi	1 (%6.7)	10 (%22.7)	6 (%31.6)	9 (%28.1)	26 (%23.6)
3 kişi	-	-	-	3 (%9.4)	3 (%2.7)
($\chi^2=11.414$; SD=6; P-değeri=0.076)					
Günde yemleme sayısı					
2 kez	15 (%100)	44 (%100)	19 (%100)	31 (%96.9)	109 (%99.1)
3kez	-	-	-	1 (%3.1)	1 (%0.9)
($\chi^2=2.460$; SD=3; P-değeri=0.483)					
Sulama durumu					
Otomatik suluklarla	6 (%40)	33 (%75)	14 (%73.7)	30 (%93.8)	83 (%75.8)
İşletme içi havuz	5 (%33.3)	9 (%20.5)	4 (%21.1)	1 (%3.1)	19 (%17.3)
Köy tipi havuz	4 (%26.7)	2 (%4.5)	1 (%5.3)	1 (%3.1)	8 (%7.3)
($\chi^2=19.361$; SD=6; P-değeri=0.004)					

Barınaklarda bulunan yemlik tipleri incelendiğinde işletmelerin %41.8'inde kilitli tip, %22.7'sinde serbest olarak, %20'sinde yalak tip ve %15.5'inde ise kovalı tip yemlikler bulunmaktadır. İşletme büyüklükleri ile kullanılan yemlik tipleri arasındaki ilişki istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p>0.01$). Kilitli tip yemliklerin işletme büyüklüğüne göre bulunma oranları sırasıyla %33.3, %29.5, %31.6 ve %68.8 olarak belirlenmiştir.

Yemlemede kullanılan işgücü sayısı değerleri incelendiğinde, işletmelerde yemleme işleminde 1 ile 3 arasında işçi çalıştırıldığı, toplam işçi sayısının 142 olduğu ve yemlemede işletme başına ise 1.3 işçi düştüğü saptanmıştır.

İşletmelerin %99.1'inde günde sabah ve akşam olmak üzere iki yemleme yapıldığı sadece dördüncü gruptaki bir işletmede (%0.9) günde üç kez yemleme yapıldığı belirlenmiştir.

Genel olarak Karaman ilindeki süt sığırı işletmelerinin %75.4'ü otomatik suluklardan, %17.3'ü işletme içi havuzlardan ve %7.3'ü köy tipi havuzlardan hayvanların su ihtiyacını karşılamaktadır. İşletme gruplarına bakıldığında, otomatik sulukların en fazla kullanıldığı grup %93.8 ile dördüncü grup (100 ve üzeri baş) olurken, birinci, ikinci ve üçüncü grupta ise oranlar sırasıyla %40, %75 ve %73.7 olarak bulunmuştur. Bahat (2015), Sakarya ili Karasu ilçesinde işletmelerde sulukların %11'inin yalaktan, %37'sinin kova şeklindeki suluklardan ve %52'sinin ise otomatik suluklardan oluştuğunu ve otomatik sulukların kullanımının büyük işletmelerde kullanım oranını %92.31 olarak bildirmektedir.

Sağım mekanizasyonu

Anket çalışması yapılan süt sığırı işletmelerinde elle sağım yapılmadığı ve işletmelerin tamamında seyyar süt sağım makinesi bulunduğu tespit edilmiştir. Bir kova ve iki başlıktan oluşan seyyar süt sağım makinelerinin toplam sayısı 146 adet olup, işletme başına 1.3 seyyar süt sağım makinesi düşmektedir.

Karaman ilindeki süt sığırı işletmelerinin %62.7'sinde (69 işletme) sağım yeri bulunmamakta ve %34.3'ünde ise (41 işletme) sağım yeri bulunmaktadır.

Sağım yeri bulunan işletmelerin sağım yeri tipleri Çizelge 9'da verilmiştir. İlgili Çizelgenin incelenmesiyle süt boru hattına sağım yapan işletmelerin %41.3'ünde çift sıralı paralel, %29.2'sinde çift sıralı balık kılçığı, %14.6'sinde tek sıralı balık kılçığı, %4.9'unda tek sıralı paralel ve %9.8'inde ise kilit arkası sağım yeri bulunmaktadır. İşletmelerin %56.2'sinde tek veya çift sıralı paralel sağım yerinin bulunması, sağımdan sonra hızlı çıkışın sağlanması için tercih edildiği belirlenmiştir.

Çizelge 9. Sağım yerlerinin tipleri

Table 9. Types of milking parlors

Sağım yerinin tipi ve şekli	Yüzde (%)	Sağım yerinin tipi ve şekli	Yüzde (%)
1x8 balık kılçığı	2.4	2x15 balık kılçığı	2.4
1x10 balık kılçığı	7.3	2x15 paralel	2.4
1x12 balık kılçığı	4.9	2x16 paralel	2.4
1x6 paralel	2.4	2x20 paralel	2.4
1x8 kilit arkası	4.9	2x4 paralel	7.3
1x8 paralel	2.4	2x5 balık kılçığı	9.8
1x9 kilit arkası	2.4	2x5 paralel	4.9
1x2 kilit arkası	2.4	2x6 balık kılçığı	2.4
2x10 balık kılçığı	7.3	2x6 paralel	2.4
2x10 paralel	7.3	2x7 paralel	4.9
2x12 balık kılçığı	2.4	2x8 balık kılçığı	4.9
2x12 paralel	4.9	2x8 paralel	2.4
		Toplam	100

Süt boru hattına sağım yapan işletmelerde bulunan toplam başlık sayılarının 2 ile 40 başlık arasında değiştiği ve işletmelerin %22'sinde 10 başlık olduğu bulunmuştur. Ayrıca toplam 619 sağım başlığı olduğu ve işletme başına yaklaşık 15.1 adet sağım başlığı düştüğü tespit edilmiştir.

Karaman ilindeki boru hattına sağım yapan 41 işletmeye ait sağımhanelerin bazı özellikleri Çizelge 10'da verilmiştir. Süt üretimi yapan işletmelerin %22'sinin sürü yönetim programını kullandığı ve program ile işletmelerin güncel hayvan sayısı, süt üretimi, hastalık ile kızgınlık takibi yaptıkları saptanmıştır. İşletmelerin %61'inde süt ölçer bulunduğu, süt ölçerlerin sisteme sonradan ilave edildiği, sağım başlığına göre az sayıda olduğu belirlenmiş olup, tüm sürüdeki ineklerin süt verimlerinin kontrol edilmediği tespit edilmiştir. Sağım sisteminde vakum pompasının arıza yapması süt sağımının gecikmesine, hayvanlarda rahatsızlığa ve verim düşüşüne neden olabilmektedir. Anket kapsamında işletmelerin %56.1'inde yedek vakum pompasının bulunduğu saptanmıştır. Regülatör içerisindeki filtrelerin düzenli olarak temizlenmesi, vakum basıncı değerinin sağım boyunca sabit kalması açısından önemlidir. İşletmelerin sadece %12.2'sinin regülatör içerisindeki filtreleri düzenli olarak temizledikleri, %87.8'inin ise regülatör içerisindeki filtreleri düzenli olarak temizledikleri belirlenmiştir.

Boruya sağım yapan işletmelerde, sağım sisteminde kullanılan kauçuk ve silikon meme lastiklerinin zamanında değiştirildiği belirlenmiştir. Süt ve nabız hortumları zamanla sertleşmemeli ve deforme olmamalıdır. Bu hortumların yılda bir değiştirilmeleri gerekmektedir. Bu konuda işletmelerin yaklaşık %75'inin süt ve nabız hortumlarının değiştirilmesi hususunda hassas davrandığı görülmektedir. Sağım makinelerinde yapısal ve işlevsel özelliklerin yılda en az iki kez kontrol edilmesi ve makinelerin zamanında bakımına önem verilmesi gerektiği belirtilmektedir (Taşcan, 2008).

Süt hattının eğimi, sistemin yıkanması sonrası borularda su kalmaması için ve sonraki sağımda süte su karışmaması açısından önemlidir. İşletmelerin %95.1'inde süt hattında eğim olduğu belirlenmiştir. Sağım sistemlerinde kullanılan elektronik parçaların korunması için güç kaynağına ihtiyaç vardır, ancak işletmelerin sadece %29.3'ünde güç kaynağı bulunduğu tespit edilmiştir. Elektrik kesintilerinin sağım zamanını aksatmaması için jeneratörün devreye girdiği işletmelerin oranı ise %68.3 olarak bulunmuştur. İşletmelerin yaklaşık dörtte üçünde otomatik yıkama sisteminin olduğu, bu sistem süt kalıntılarının yıkanması açısından önemlidir.

Çizelge 10. Sağımhanelerin bazı özellikleri

Table 9. Some features of milking parlors

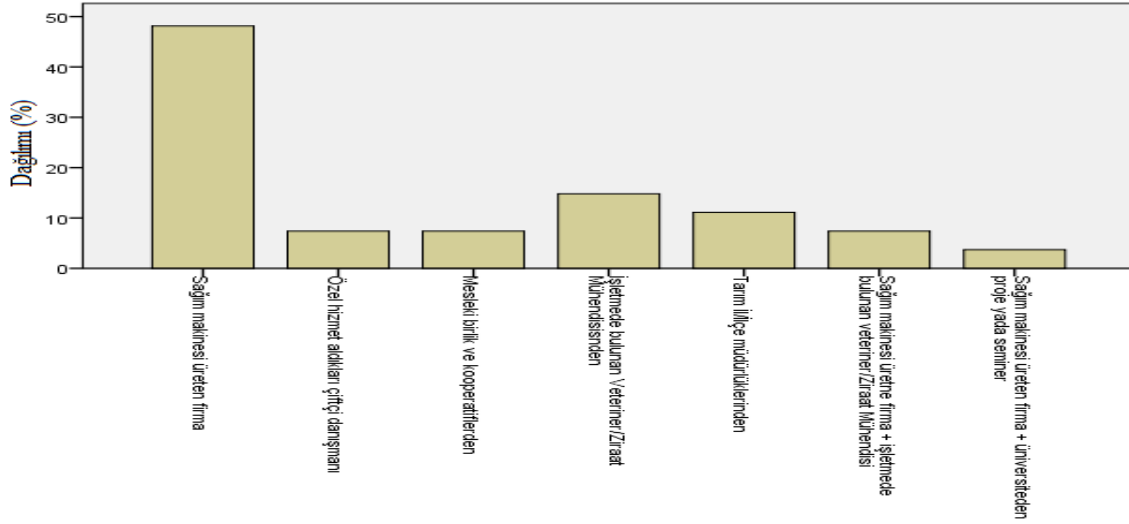
Sağımhanelerin ve sağımın bazı özellikleri	Evet (%)	Hayır (%)
Sürü yönetim programı kullanıyor musunuz?	22.0	78.0
Süt ölçer var mı?	61.0	39.0
Yedek vakum pompası var mı?	56.1	43.9
Regülatör içindeki filtreleri düzenli temizliyor musunuz?	87.8	12.2
Meme lastiklerini düzenli değiştiriyor musunuz?	100	-
Süt ve nabız hortumlarını düzenli değiştiriyor musunuz?	75.6	24.4
Süt hattının meyili var mı?	95.1	4.9
Güç kaynağı var mı?	29.3	70.7
Jeneratör var mı?	68.3	31.7
Otomatik yıkama sistemi var mı?	75.6	24.4
Teknik servisin gelme süresi 12 saatin altında mı?	51.2	48.8
Yedek parça sorunu yaşıyor musunuz?	14.6	85.4
Sağım makinesinin bakımlarına dikkat ediyor musunuz?	70.7	29.3
Sağımçıların eğitimi var mı?	65.9	34.1

Sağım sisteminde oluşan arızaya yaklaşık bir sağım aralığına gelen 8 veya 12 saat içerisinde, işletmelerin %51.2'sine teknik servisin geldiği ve arızaya müdahale edildiği, sağım sistemi ile ilgili işletmelerin yedek parça sorunu olanların oranının %14.6 olduğu ve işletmelerin %70.7'sinin sağım makinesinin (günlük / haftalık / aylık / yıllık) bakımlarına dikkat ettikleri belirlenmiştir.

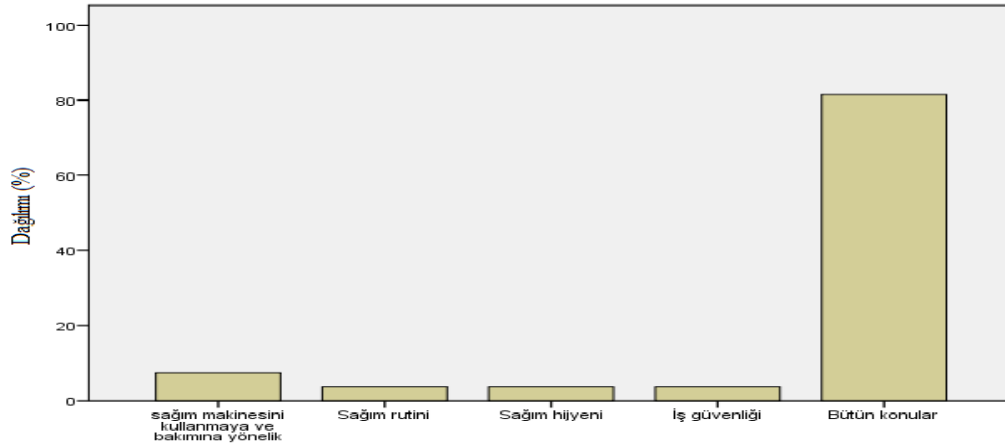
Boru hattına sağım yapan 41 işletmede (%65.9), sağımhanelerde çalışan sağımçıların sayısının 1 ile 9 arasında değiştiği ve işletmelerin %39'unda ortalama 2 sağımçı çalıştığı tespit edilmiştir. Ayrıca süt sağım mekanizasyonu gelişmiş bu işletmelerde toplam sağımçı sayısının 91 olduğu, bunlardan 5 tanesinin (%5.5) bayan sağımçı olduğu ve işletme başına 2.2 sağımçı düştüğü belirlenmiştir. Sağımçıların eğitim durumları incelendiğinde, sağımçıların %4.4'ünün eğitiminin olmadığı, %19.8'inin okur-yazar, %42.9'unun ilköğretim, %15.4'ünün orta öğretim, %17.6'sının ise lise mezunu ve ortalama yaşlarının ise 35.8 yıl olduğu tespit edilmiştir.

Sağımhanesi bulunan işletmelerin %65.9'unun sağımçılara eğitim aldırıldığı, %34.1'inin ise herhangi bir eğitim aldırmadığı tespit edilmiştir. Sağımçılara eğitim verilen 27 işletmede, eğitimin verildiği birimler Şekil 4'de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi verilen eğitimin %48.1'inin sağım makinesi üreten firma, %14.8'i işletmede bulunan teknik personel ve %11.1'i ise Tarım İl/İlçe Müdürlüklerinden sıralamasıyla en yüksek oranlarda tespit edilmiştir. Bunu %7.4'lük oranlarla özel hizmet aldıkları çiftçi danışmanları ve mesleki birlikler takip etmiştir. Yine aynı oranda sağım makinesi üreten firma ile işletmede bulunan teknik personelin beraber eğitim verdiği grup izlemiştir. Batı Akdeniz Bölgesindeki süt sığırı işletmelerinin %75'inin sağım konusunda eğitim aldığı, %25'inin ise eğitim almadığı, yapılan eğitimin %58.33'ünün ise sağım makinesi sağlayan firma tarafından verildiği bildirilmektedir (Doğacı ve Bayhan, 2016).

Boru hattına sağım yapan işletmelerde verilen eğitim konuları Şekil 5'de görülmektedir. İşletmelerin %81.5'inde eğitim konusu olarak sağım makinesinin kullanılması, sağım rutini, sağım hijyeni ve iş güvenliği konularını kapsadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4. Eğitimin verildiği birimlerin dağılımı
Figure 4. Distribution of education units



Şekil 5. Eğitimin verildiği konular
Figure 5. Educational subjects

Anket yapılan işletmeler genel olarak değerlendirildiğinde, sağım sayısı, sağımda kullanılan işgücü, sağım süresi ve süt soğutma tankı ile ilgili bilgiler Çizelge 11'de görülmektedir. İşletmelerde %95.5 oranında günde 2 sağım yapıldığı, günde 3 sağım yapıldığı 4 işletme dördüncü grupta yer almaktadır. Bintaş (2011), Trakya Bölgesindeki işletmelerin %89'unda 2 sağım, %11'inde ise 3 sağım uygulaması yapıldığını bildirmektedir.

Çizelge 11. Sağım işleminde işgücü ve zaman tüketimi**Table 11.** Labor and time consumption in milking

İşlemler	İşletme grupları				Toplam
	1. grup (2-10 baş)	2. grup (11-40 baş)	3. grup (41-100 baş)	4. grup (101+ baş)	
Sağım sayısı					
2	15 (%100)	44 (%100)	19 (%100)	27 (%84.4)	105 (%95.5)
3	-	-	-	5 (%15.6)	5 (%4.5)
(χ ² =12.768; SD=3; P-değeri=0.005)					
Sağımda işgücü (işgücü)					
1	14 (%93.3)	33 (%75)	13 (%68.4)	7 (213.9)	67 (%60.9)
2	1 (%6.7)	11 (%25.0)	6 (%31.6)	16 (%50.0)	34 (%30.9)
3	-	-	-	5 (%15.6)	5 (%4.5)
4	-	-	-	2 (%6.2)	2 (%1.8)
6	-	-	-	1 (%3.1)	1 (%0.9)
9	-	-	-	1 (%3.1)	1 (%0.9)
(χ ² =41.267; SD=15; P-değeri=0.000)					
Bir sağım işleminin süresi (dakika)					
15	1 (%6.7)	-	-	-	1 (%0.9)
20	2 (%13.3)	1 (%2.3)	-	-	3 (%2.7)
25	-	1 (%2.3)	-	-	1 (%0.9)
30	7 (%46.7)	6 (%13.6)	1 (%5.3)	-	14 (%12.7)
40	-	4 (%9.1)	-	-	4 (%3.6)
45	4 (%26.7)	3 (%6.8)	1 (%5.3)	-	8 (%7.3)
50	1 (%6.7)	1 (%2.3)	-	-	2 (%1.8)
60	-	19 (%43.2)	10 (%52.6)	9 (%28.1)	38 (%34.5)
75	-	2 (%4.6)	-	-	2 (%1.8)
80	-	1 (%2.3)	-	-	1 (%0.9)
90	-	6 (%13.6)	2 (%10.5)	1 (%3.1)	9 (%8.2)
120	-	-	5 (%26.3)	16 (%50)	21 (%19.1)
150	-	-	-	1 (%3.1)	1 (%0.9)
180	-	-	-	5 (%15.6)	5 (%4.5)
(χ ² =112.263; SD=39; P-değeri=0.000)					
Süt soğutma tankı bulunması					
Var	-	4 (%9.1)	5 (%26.3)	31 (%96.9)	40 (%36.4)
Yok	15 (%100)	40 (%90.9)	13 (%68.4)	1 (%3.1)	69 (%62.7)
Süt toplama merkezine	-	-	1 (%5.3)	-	1 (%0.9)
(χ ² =79.108; SD=6; P-değeri=0.000)					
İki günlük sütü depolama imkânı					
Var	-	2 (%4.5)	1 (%5.3)	1 (%3.1)	4 (%3.6)
Yok	15 (%100)	42 (%95.5)	18 (%94.7)	31 (%96.9)	106 (%96.4)
(χ ² =0.837; SD=3; P-değeri=0.841)					

Sağımdaya kullanılan işgücü durumu değerlendirildiğinde, dördüncü grupta bulunan işletmelerde sağımçı sayısının fazlalığı (77 işgücü) ve sağım süresinin uzunluğu dikkat çekmektedir. Genel olarak sağımçıların %44.5'i dördüncü grupta yer almakta, toplamda 173 sağımçı bulunmakta, sayıları 1 ile 9 arasında değişmekte ve işletme başına ise 1.6 sağımçı düşmektedir.

Genel olarak işletmelerde bir sağım süresinin 15 ile 180 dakika arasında değiştiği, toplam sağım süresinin 8 030 dakika ve işletme başına sağım süresinin 73 dakika olduğu belirlenmiştir.

İşletmelerin %62.7'sinde soğutma tankı bulunmamaktadır. İşletme büyüklüğüne bağlı olarak elde edilen sağımçı sayıları, sağım sayısı, sağım süresi ve soğutma tankı varlığı arasındaki ilişki istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde anlamlı bulunmuştur. Ayrıca genel olarak iki günlük sütü depolama imkânı olan işletme sayısının 4 (%3.6) olduğu ve işletme büyüklüğü ile arasında istatistiksel olarak bir ilişki olmadığı belirlenmiştir.

Genel olarak soğutma tankı bulunan 40 süt sığırcı işletmesinin soğutma tankı kapasitelerinin 500 ile 23 000 L arasında değiştiği ve en yaygın soğutma tankı kapasitesi değeri %22.5'lik oranla 2 000 L kapasite değerinde olduğu belirlenmiştir.

Toplam soğutma tankı kapasitenin 156 000 L olduğu ve işletme başına ise 3 900 L soğutma tankı kapasitesi bulunduğu saptanmıştır. Trakya Bölgesindeki işletmelerin %30'unun süt soğutma tankına sahip olduğunu, Kars ilindeki süt sığırı işletmelerinin %96.84'ünde (Tilki ve ark., 2013) ve Malatya ilindeki işletmelerin ise %72.7'sinde süt soğutma tankının bulunmadığı (Köseman ve ark., 2016) bildirilmektedir.

Havalandırma, serinletme ve aydınlatma durumu

Anket yapılan işletmelerde elde edilen havalandırma, serinletme ve aydınlatma durumları Çizelge 12'de verilmiştir. Genel olarak işletmelerin %91.8'inde doğal havalandırma, %6.4'ünde mekanik havalandırma yöntemi kullanmakta olup, %1.8'inde ise kapalı bağlı ahır olduğu için havalandırmanın yapılmadığı belirlenmiştir. İşletme gruplarına göre doğal havalandırma kullanımı birinci gruptaki işletmelerde %87.6, ikinci gruptaki işletmelerde %93.2, üçüncü gruptaki işletmelerde %100 ve dördüncü gruptaki işletmelerde ise %87.5 olarak saptanmıştır. Mekanik havalandırma kullanımı birinci gruptaki işletmelerde %6.7, ikinci gruptaki işletmelerde %4.5, üçüncü gruptaki işletmelerde bulunmadığı görülürken, dördüncü gruptaki işletmelerde ise %12.5 olarak tespit edilmiştir. İşletme ölçeği büyüdükçe kullanılan havalandırma yöntemleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Çizelge 12. İşletmelerin havalandırma, serinletme ve aydınlatma durumu (%)

Table 12. Ventilation, cooling and lighting status of enterprises

İşlemler	İşletme grupları				Toplam
	1. grup (2-10 baş)	2. grup (11-40 baş)	3. grup (41-100 baş)	4. grup (101+ baş)	
Havalandırma yöntemi					
Havalandırma yok	1 (%6.7)	1 (%2.3)	-	-	2 (%1.8)
Doğal havalandırma	13 (%86.7)	41(%93.2)	19(%100)	28 (%87.5)	101 (%91.8)
Mekanik havalandırma ($\chi^2=6.508$; SD=6; P-değeri=0.369)	1 (%6.7)	2 (%4.5)	-	4 (%12.5)	7 (%6.4)
Fan ve sisleme sistemi					
Var	1 (%6.7)	2 (%4.5)	-	7 (%21.9)	10 (%9.1)
Yok ($\chi^2=9.435$; SD=3; P-değeri=0.024)	14 (%93.3)	42 (%95.5)	19 (%100)	25 (%78.1)	100 (%90.9)
Aydınlatma yöntemi					
Doğal aydınlatma					
Sürekli elektrikle aydınlatma	3 (%20)	6 (%13.6)	7 (%36.8)	1 (%3.1)	17 (%15.5)
Sadece yemlikleri sürekli aydınlatma	4 (%26.7)	3 (%6.8)	3 (%15.8)	1 (%3.1)	11 (%10)
Akşam gerektiğinde elektrikle aydınlatma	4 (% 26.7)	10 (%22.7)	5 (%26.3)	10 (%62.5)	39 (%35.5)
Doğal aydınlatma + Yemlikleri sürekli aydınlatma	3 (%20)	23 (%52.3)	3 (%15.8)	4 (%12.5)	33 (%30)
Doğal aydınlatma + Akşam gerektiğinde Yemlikleri elektrikle aydınlatma ($\chi^2=49.644$; SD=15; P-değeri=0.00)	1 (%6.7)	-	1 (%5.3)	6 (%18.8)	8 (%7.3)
Doğal aydınlatma + Akşam gerektiğinde Yemlikleri elektrikle aydınlatma	-	2 (%4.5)	-	-	2 (%1.8)

Barınaklarda bulunan fan ve sisleme sistemleri incelendiğinde, birinci gruptaki işletmelerde %6.7, ikinci gruptaki işletmelerde %4.5 ve dördüncü gruptaki işletmelerde ise %21.9 olarak belirlenmiştir ve aralarında istatistiksel olarak bir ilişki belirlenmiştir ($p<0.05$). Genel olarak işletmelerin %9.1'inde fan ve serinletme sistemi olduğu görülmektedir. Sıcak yaz mevsiminde serinletme, süt verimini ve yemden yararlanma oranını artırmaktadır. Bu yatırımı yapan firmaların dördüncü grupta yüksek oranda olduğu dikkat çekmektedir.

İşletmelerde kullanılan aydınlatma yöntemleri arasında, sadece yemlikleri sürekli aydınlatan işletmelerin oranı %35.5, akşam gerektiğinde elektrikle aydınlatma yapan işletmelerin oranı %30, doğal aydınlatma yapan işletmelerin oranı %15.5, sürekli

elektrikle aydınlatma yapan işletmelerin oranı %10 ve birkaç yöntemi birden kullanan işletmelerin oranı ise %9.1 olarak tespit edilmiştir. Dördüncü grupta bulunan, sadece yemlikleri sürekli aydınlatan (%62.5) ve bununla beraber doğal aydınlatma yapan (%18.8) işletmelerin yoğunluğunun belirgin bir fark oluşturduğu Çizelge 12’de görülmektedir. Bu farklılık istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$).

Hayvan bakım durumu

Karaman ilindeki süt sığırcılığı işletmelerinin hayvan bakımı durumları Çizelge 13’de verilmiştir.

Çizelge 13. İşletmelerin hayvan bakım araçları

Table 13. Animal care tools of enterprises

	İşletme grupları				Toplam
	1. grup (2-10 baş)	2. grup (11-40 baş)	3. grup (41-100 baş)	4. grup (101+ baş)	
<u>Kaşağı makinesi</u>					
Var	-	3 (%6.8)	3 (%15.8)	19 (%59.4)	25 (%22.7)
Yok	15 (%100)	41 (%93.2)	16 (%84.2)	13 (%40.6)	85 (%77.3)
(χ ² =35.746; SD=3; P-değeri=0.000)					
<u>Avak banyosu</u>					
Var	-	1 (%2.3)	-	20 (%62.5)	21 (%19.1)
Yok	15 (%100)	43 (%93.7)	19 (%100)	12 (%37.5)	89 (%80.9)
(χ ² =55.118; SD=3; P-değeri=0.000)					
<u>Buzağı kulübesi</u>					
Var	-	5 (%11.4)	7 (%36.8)	31 (%96.9)	43 (%39.1)
Yok	15 (%100)	39 (%88.6)	12 (%63.2)	1 (%3.1)	67 (%60.9)
(χ ² =68.750; SD=3; P-değeri=0.000)					
<u>Boynuz köreltme</u>					
Var	-	3 (%6.8)	2 (%10.5)	19 (%59.4)	24 (%21.8)
Yok	15 (%100)	41 (%93.2)	17 (%89.5)	13 (%40.6)	86 (%78.2)
(χ ² =37.871; SD=3; P-değeri=0.000)					
<u>Tırnak bakım aracı</u>					
Var	-	-	1 (%5.3)	12 (%37.5)	13 (%11.8)
Yok	15 (%100)	44 (%100)	18 (%94.7)	20 (%62.5)	97 (%88.2)
(χ ² =28.943; SD=3; P-değeri=0.000)					
<u>Doğumhane</u>					
Var	-	6 (%13.8)	3 (%15.8)	27 (%84.4)	36 (%32.7)
Yok	15 (%100)	38 (%86.4)	16 (%84.2)	5 (%15.6)	74 (%67.3)
(χ ² =55.828; SD=3; P-değeri=0.000)					
<u>Doğum için yardımcı araçlar</u>					
Var	1 (%6.7)	11 (%25.0)	6 (%31.6)	31 (%96.9)	49 (%44.5)
Yok	14 (%93.3)	33 (%75)	13 (%68.4)	1 (%3.1)	61 (%55.5)
(χ ² =52.234; SD=3; P-değeri=0.000)					
<u>Revir</u>					
Var	-	4 (%1)	2 (%10.5)	20 (%62.5)	26 (%23.6)
Yok	15 (%100)	40 (%90.9)	17 (%89.5)	12 (%37.5)	84 (%76.4)
(χ ² =38.387; SD=3; P-değeri=0.000)					

Genel olarak işletmelerin %22.7’sinde kaşağı makinesi, %19.1’inde ayak banyosu, %39.1’inde buzağı kulübesi, %21.8’inde boynuz köreltme, %11.8’inde tırnak bakım aracı, %32.7’sinde doğumhane, %44.5’inde doğum için yardımcı araçlar ve %23.6’sında revir bulunduğu belirlenmiştir. Hayvan bakımı için bulunan bu araçların ve bölümlerin büyük oranlarda dördüncü grupta bulunan işletmelerde yer aldığı tespit edilmiş olup, işletme büyüklüğü ile bulunma durumu arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Bintaş (2011), Trakya Bölgesindeki işletmelerin %64.3’ünün doğum için yardımcı araç kullandığını bildirmektedir.

SONUÇ

Karaman ilindeki küçük ve orta ölçekli süt sığırcılığı işletmelerinin mekanizasyon varlığı düşük olup, mekanizasyon düzeyinin artırılması gerekmektedir. Bölgedeki işletmelerin küçük ve orta ölçekli olması bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tip işletmeler için ortak merkezi köy sağım sistemi ile ilgili çalışmaların yapılması önerilmektedir. İşletmelerde genel olarak gübre temizliğinde, mekanizasyonun gelişmediği ve gübre yönetim sisteminin bulunmadığı tespit edilmiştir. Yeni kurulacak işletmelerde, gübre çukuru ile birlikte, planlama yapılarak biyogaz üretimi ile ilgili çalışmaların yapılması önemli görülmektedir. İşletmelere, değişik kurumlardan sağım sisteminin bakımı, sağım rutini, sağım hijyeni ve iş güvenliği konularında eğitim almaları ve tam gün çalışacak teknik personel sayısının artırılması, ayrıca yem bitkisi üretiminin artırılması ve işletmelerin bulunduğu bölgelerde meraların işletmelere kiralanmasına öncelik verilmesi önerilebilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur. Abdullah Kaya'nın yüksek Lisans Tez çalışmasının özetidir.

YAZAR KATKISI

Abdullah Kaya: Araştırmanın yürütülmesi, saha çalışması, verilerin analizi ve yorumlanması, sonuçların değerlendirilmesi

Haydar Haciseferoğulları: Araştırmanın kurgulanması, sonuçların değerlendirilmesi

KAYNAKLAR

- Anonim (2016). Dünya ve Türkiye'de süt sektör istatistikleri, Ankara. (14.02.2019).
- Anonim (2019a). Türkiye İstatistik Kurumu Verileri (21.05.2019).
- Anonim (2019b). Türkiye tarım makineleri sektörü sektör raporu. Derleyen Selami İleri.
- Bahat E (2015). *Sakarya ili Karasu ilçesi süt sığırcılığı işletmelerinin üretim özellikleri ve yönetim uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zooteknik (Veterinerlik) Anabilim Dalı, s. 102, Kayseri.
- Bintaş H (2011). *Trakya bölgesindeki süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal ve ekonomik sorunları üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, s. 51, Tekirdağ.
- Boz İ (2013). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısı, sorunları ve çözüm önerileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 16 (1): 24-32.
- Doğacı T ve Bayhan A (2016). Batı Akdeniz Bölgesindeki bazı süt sığırcılığı işletmelerinde makinalı süt sağımında sağımçı hatalarının araştırılması, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (Ek Sayı), 25-34.
- Evcim HÜ, Tekin AB, Gülsoylu E, Demir V, Yürdem H, Güler H, Bilgen H, Alayunt F ve Evrenosoğlu M (2015). *Tarımsal mekanizasyon durumu, sorunları ve çözüm önerileri*, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Ankara, s. 1080-1106.
- Güzel M ve Aybek A (2017). Kahramanmaraş ili süt sığırcılığı işletmelerinin mekanizasyon yapısı. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 20 (2): 148-159.
- Köseman A, Rişvanlı A, Kaygusuzoğlu E, Saat N, Korkmaz H ve Şeker İ (2016). *Malatya ilindeki süt sığırcılık işletmelerinde yetiştiricilerin demografik özellikleri ve işletmedeki üreme, sürü sağlığı ve hijyen konularında bilgi düzeylerinin belirlenmesi*, Eurasian Journal of Veterinary Sciences, 32 (2), 101-108.
- Soyer G (2014). *Aydın ili süt sığırcılığı işletmelerinde gübre yönetim uygulamaları ve bitkisel üretimde gübre kullanım olanaklarının geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, s.100, Aydın.

- Şeker İ, Tasalı H ve Güler H (2012). Muş ilinde sığır yetiştiriciliği yapılan işletmelerin yapısal özellikleri, *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Veteriner Dergisi*, 26 (1): 09-16.
- Taşcan M (2008). *Trakya Bölgesinde mevcut süt boru hatlı sağım makinelerinin yapısal özelliklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, s. 57, Tekirdağ.
- Tilki M, Sarı M, Aydın, E, Işık S. ve Aksoy A (2013). Kars ili sığır işletmelerinde barmakların mevcut durumu ve yetiştirici talepleri: I. Mevcut Durum, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19 (1): 109-116.
- Yamane T (1967). Elementary sampling theory, *Printice-Hall. Inc.* Engle Wood Clifts. NT.



Yield Estimation of Winter Wheat in Pre-harvest Season by Satellite Imagery Based Regression Models

Ediz UNAL^{ID}* Hakan YILDIZ^{ID} Ali MERMER^{ID} Metin AYDOGDU^{ID}

^aField Crops Central Research Institute, Şehit Cem Ersever Cad. No: 9-11, 06170, Yenimahalle, Ankara, TURKEY

(*): Corresponding author, edizunal@yahoo.com; Tel: +90-533-6226706, Fax: +90-312-3272893

ABSTRACT

Early crop yield estimates could provide up-to-date information on supply, demand, stocks, and export availability through which governing bodies can make better agricultural management plans. This study aims to develop a yield model estimating pre-harvest winter wheat yield at both tillering and flowering stages using a multiple linear regression approach based on the relationship between actual yield and satellite derived crops' phenological parameters. Four crop parameters (NDVI, Cumulative NDVI, LAI and FPAR) were regressed in combination to find the best applicable model. Regression results showed that correlations for all models among the variables of the flowering period are higher than that of tillering ($0.63 > 0.53$). The mean RMSE's of the observed vs predicted yields for tillering period was 645.9 kg ha^{-1} and 574.5 kg ha^{-1} for flowering period. The optimal developed model which consists of NDVI and CNDVI variables provided 76% and 79% of predicting accuracy 3 and 1.5 months before harvest respectively.

RESEARCH ARTICLE

Received: 09.07.2020

Accepted: 06.10.2020

Keywords :

- MODIS,
- Remote sensing,
- Vegetation index,
- Wheat,
- Yield prediction

To cite: Unal E, Yildiz H, Mermer A, Aydogdu M (2020). Yield Estimation of Winter Wheat in Pre-harvest Season by Satellite Imagery Based Regression Models. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 390-403.
<https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.013>

INTRODUCTION

It's thought that wheat can feed the world in future. Recent records support this argument that wheat is one of the most two common cereals (with rice) available all over the world today since it is grown on more land area than the other commercial crops and continues to be the most important food source of the global population (Helene, 2012). It is therefore important to make an accurate and in time forecasts of wheat yield, through which policymakers do necessary actions for national food security and import-export decisions (Justice and Becker-Reshef, 2007).

As crop yield is considered to be one of the essential indicators for planning and monitoring of agricultural production, most of the wheat producing countries try to find and develop appropriate forecast methods. For this purpose, some techniques such as visual estimates, sample crop cut surveys, simulation models and statistical regression

approaches have been used with some degrees of success (Doraiswamy *et al.*, 2003). Among these, the most-used crop simulation models (CERES, WOFOST, CROPSYST and AQUACROP) seem appropriate for accurate forecasts because they integrate various environmental factors such as temperature, available water, wind, soil practices. But the main drawback of these complex models is that they mostly require several cropspecific inputs and are often limited by constraints that are not easy to measure without on-site field equipment. To overcome these limitations, easier and simpler methodologies, which use statistical regression approach based on the relationship between crop specific data captured via satellite and field data have been offered in the scientific literature (Dubey *et al.*, 1994; Boken and Shaykewich, 2002; Wall *et al.*, 2007).

Satellite imagery regressed yield estimation methods have been used for this purpose since the early 1970s (Colwell *et al.*, 1977; Tucker *et al.*, 1980; Wiegand *et al.*, 1991; Serrano *et al.*, 2000). The statistical regression models for yield forecasting generally depend on the experiential relations between field-measured yield (reference data) and reflectance based crop data. The basic assumption of this viewpoint is that yield relates with plant's spectral behaviors in the electromagnetic spectrum, which is responsive indicator of plants' development and live biomass to be assessed through spectral indices such as normalized difference vegetation indices (NDVI) leaf area index (LAI) and fractioned photosynthetic active radiation (FPAR) etc. (Tucker, 1979). In academic literature, many researches have been carried out in this field such as Fischer (1975) expressed that wheat yield was a function Tucker *et al.* (1980) found that wheat yield had a significant linear relationship with time-integrated NDVI in growing season. Pinter *et al.* (1981) found a similar result that wheat yield could be related to temporal cumulative NDVI during the growing period. Similarly, Doraiswamy *et al.* (2003) used several input variables derived from satellite imagery in a crop growth model to simulate wheat yields at county levels in North Dakota. Becker-Reshef *et al.* (2010) used official yield statistics and maximum NDVIs of the wheat growing period to develop a forecasting model for winter wheat production nearly two months before harvest in Ukraine. Even though all these statistical approaches have some disadvantages of being localized and non-extendible to vast areas, they are still preferred way due to simplicity and fewer input requirements.

This study aims firstly to develop a yield model estimating pre-harvest winter wheat yield at both tillering and flowering stages using multiple linear regression approach and then secondly to check the model's robustness and accuracy performance with root mean square error. Though this study reflects the results of a yield forecast model developed for a pilot area, the ultimate goal should be to find a simple and easy model at the national level providing information on yield and production supply for agricultural planning.

MATERIAL and METHODS

Study area

Central Anatolia is the main wheat-growing region of Turkey which makes approximately 30% of the total wheat areas (TUIK, 2011). Altinova TIGEM Farm locality, as a study area, lies in the central Anatolia homeland of Konya province, approximately 60 km North of Kadınhanı town (Figure 1). TIGEM farms are governmental establishments responsible for producing certified seeds of field crops

(90% of wheat) in vast areas of the country. Currently, there are 18 TIGEM farms which mostly grow cereal crops and some forage crops on their lands throughout the country (TIGEM, 2018).

Altinova TIGEM farm was selected as a study site because it has extensive parcels (2x2 km), which allow working with moderate or low-resolution satellite imagery. In addition, it is also easy to obtain reliable parcel related yield records, total production, harvested area, etc. annually and historically with an official claiming. Continental climate prevails in the area with irregular rainfall which mostly occurs in winter and early spring within the year. The territory of Altinova TIGEM farm stretches almost 27 by 20 km in size with 76 main square parcels divided into 126 sub-parcels where cereals and forage crops are cultivated in rotation (Ünal and De Bie, 2017). In the farm area, winter wheat is mostly sown in October and crop germination starts in late November if climate conditions are suitable before entering winter dormancy. Vegetative development restarts in spring and reaches full maturity in summer before harvest season from early July to the first week of August.

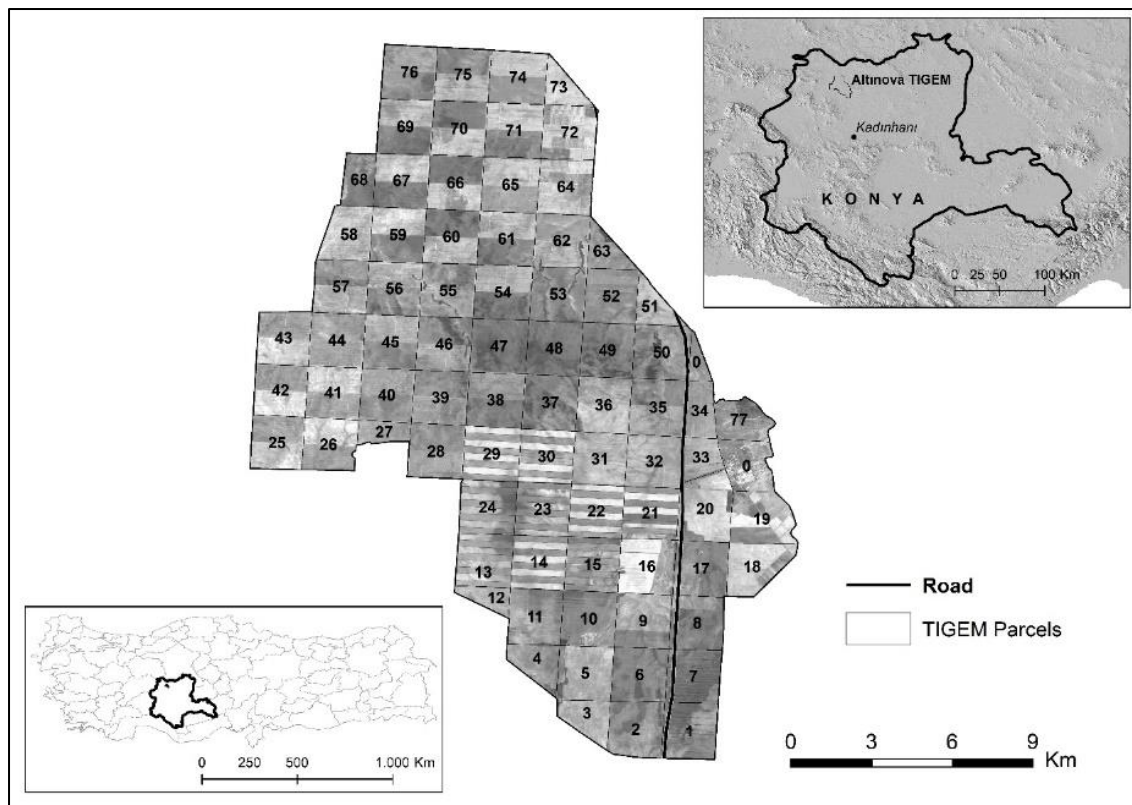


Figure 1. Study area and TIGEM Altinova Farm parcels.

Data

The study data includes satellite-derived data of wheat sown parcels and their actual yield records. Both data cover the six-year period (2008-2013) so as to construct a regression model of both tillering and flowering periods to forecast wheat yield prior to harvest. The yield models assess linear relationships between field and satellite data representing the variables as dependent and independent respectively.

Field Data

Field data includes yield records of the parcels, which were collected from the measured grain mass weight of the harvested wheat crop by a combine harvester. A total of 438 yield records of the wheat sown parcels for the 6year period (2008-2013) were obtained from farm administration. While 282 of them were used in regression analysis as dependent variables to get yield models, remaining (156) called “Test Parcels” were used to check the performance of generated models using root mean squared errors (RMSE) values.

The use of RMSE is very common to measure model performance and considered a good general-purpose error metric for numerical predictions (Chai and Draxler, 2014). Field surveys were also conducted to check the overall condition of wheat parcels and to observe their vegetative development at the tillering and flowering stages. During the period of 2012-2015, a total of 24 field visit campaigns were organized. 21 of them were for vegetative monitoring and the remaining 3 visits were carried out just for the informative trip in harvest and germination stage. The parcels for field visits were selected based on the criteria that they should be accessible easily by vehicle and be distributed throughout the farm area (Figure 2). Surveys were done visually to see whether wheat crop entered tillering and flowering stages and also to observe the existing vegetative conditions.

Tillering and flowering periods were selected for the field campaigns because they are both pre-harvest time allowing yield forecasting in advance and are seem to be an important stage of crop growth (Acevedo *et al.*, 2002; White and Edwards, 2008). The tillering period is important because it allows plants to take advantage of good growing conditions. Similarly, flowering stage provides maximum green canopy cover which reflects active biomass that can easily be captured by spectral measures such as NDVI and FPAR (Hanan *et al.*, 1995). Although depending on the weather conditions and geographic locations, past experiences of consulted local farmers indicate that tillering generally coincides the date of approximately 3-months ahead of harvest, while flowering stage starts 1.5 months before harvest in the study area, which makes the first half of the April as “Tillering” and end of May as “Flowering”.

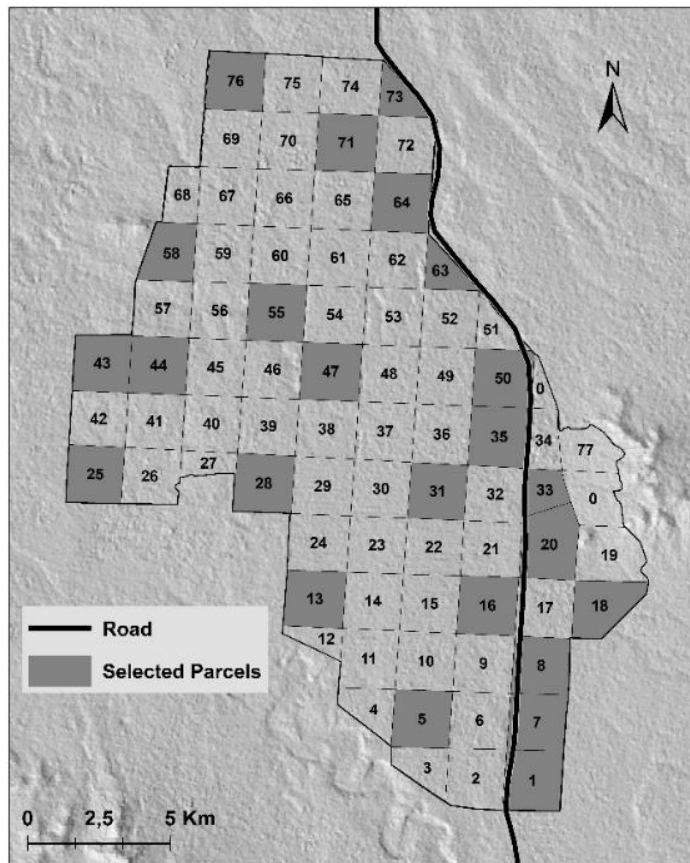


Figure 2. Study area and selected parcels

Satellite and vector data

Yield forecasting studies based on satellite data generally use parameters related to biophysical characteristics of crops such as vegetation index (VI), leaf area index (LAI) and fractioned photosynthetic active radiation (FPAR). These parameters are indicative of crop development, green biomass and eventually yield capacity, which were referred to in several scientific literature (Campbell, 1996; Prince and Goward, 1995; Huang *et al.*, 2014). Remotely sensed data used in this study were normalized difference vegetation index (NDVI), temporal cumulative NDVI, leaf area index and fractioned photosynthetic active radiation which were all treated as independent variables in the regression models. NDVI, LAI and FPAR are as of grid data and ready-to-use products of the Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS) sensor and hereafter they're called MODIS products. All these raster data products were separately downloaded through the internet as a time series dataset matching "Tillering" and Flowering" periods from 2008 to 2013.

In this study, the seasonal maximum NDVI was treated as the main input parameter since it enabled a timely prediction of production approximately a month and a half prior to harvest (Becker *et al.*, 2010). MODIS NDVI data were downloaded from the Global Agriculture Monitoring (GLAM) Project archive web site (GLAM, 2018). The GLAM data offers 16-day composite NDVI imagery produced from aerosol corrected surface reflectance data (Vermote *et al.*, 2002). Cumulative NDVI's (CNDVI) of tillering and flowering stages were calculated by summing the NDVI dataset of starting from germination to end of the relevant stage. Tillering cumulative NDVI covers the February – March period, while the flowering stage of cumulative NDVI sums up all NDVI data from February to the end of May. LAI/FPAR data (MOD15A2 product) were

retrieved from the online Data Pool, through the NASA Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC), USGS/Earth Resources Observation and Science (EROS) Center (USGS, 2018). The MODIS MOD15A2 LAI/FPAR product is produced globally at a 1 km resolution grid tiles from MODIS bands for all vegetated land surface and used to calculate surface photosynthesis, evapotranspiration, and net primary production.

Vector data consist of digitized parcel polygons as an ESRI shape file. A total of 125 polygons covers the whole TIGEM farm area. The vector dataset was used as a zone to retrieve the cell values of independent variables in raster format.

Methodology

The methodology of this study was based on the approach that satellite-derived data of crops' parameters have a relationship with the actual yields, which made available to develop a yield estimation model with multiple linear regression. Multiple regression analysis is used to see if there is a statistically significant relationship between sets of variables and to find trends in those sets of data. This relationship here is such explained that crop yield is dependent upon the at least two crop parameters or more which were given here as mean NDVI, cumulative NDVI, LAI and FPAR. The resulting yield model/models calculate(s) the wheat yield as a function of these parameters in combination aiming to get the most accurate one. The following equation (Eq. 1) is given to represent a yield model with 4 variables as an example.

$$\text{Yield} = f(\text{NDVI}, \text{CNDVI}, \text{LAI}, \text{FPAR}) \quad (1)$$

The relationship between the parameters is linear and represented in multiple regression yield model as follow (Eq. 2);

$$y = \alpha + \beta \text{NDVI} + \eta \text{CNDVI} + \varepsilon \text{LAI} + \gamma \text{FPAR} \quad (2)$$

Where, y is the wheat yield as dependent variable. α , β , η , ε and γ are coefficients, NDVI, CNDVI, LAI and FPAR are the input crop parameters representing independent variables.

The values of crop parameters required for the regression model were retrieved through GIS analysis (ARCGIS-ESRI Software) with a zonal statistics tool, which allows us to calculate statistics on the values of raster data within the zones of vector dataset. The vector dataset represents parcels borders as polygon features. The zonal tool calculates the mean value of all pixels within each zone (parcel polygon) of the specified raster dataset (NDVI, CNDVI, LAI and FPAR) and produces an attribute table where all parcels are listed with a mean value of relevant raster data. Zonal statistics were applied for all MODIS products at both tillering and the flowering phase during 6 year period and parcel-based results were exported to the statistical datasheet as independent variables. The parcels' yield records were also added to this resultant sheet as a dependent variable ready for multiple regression analysis. The graphical representation of the methodology was given in Figure 3.

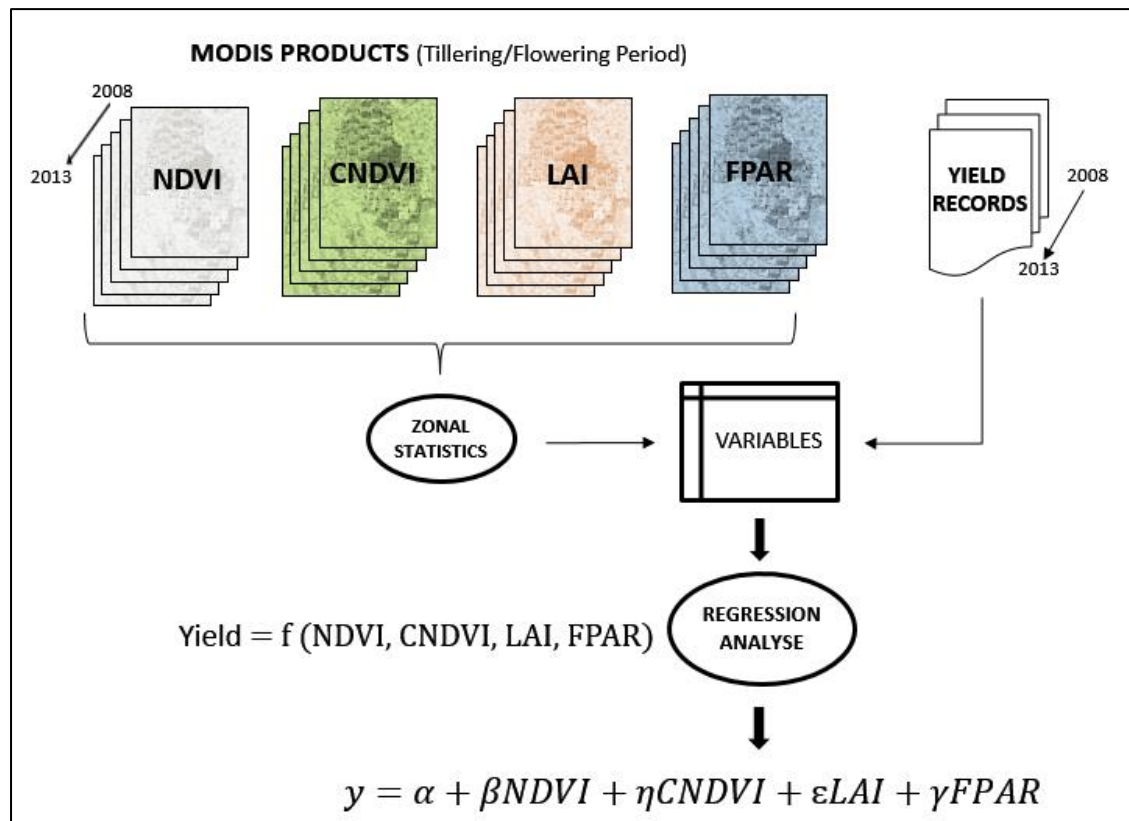


Figure 3. Methodology of the study

Since the final aim is to find the best yield model which could provide more accurate results, series of independent variables in the regression were used in combination keeping NDVI and CNDVI as two primary predictors. So four different yield models below were developed based on the number of independent variables.

Model 1: (NDVI, CNDVI, LAI and FPAR),

Model 2: (NDVI, CNDVI and FPAR),

Model 3: (NDVI, CNDVI and LAI),

Model 4: (NDVI and CNDVI)

Used variables and coefficients in the models are given in Figure 4.

The four regression models were run for 6 years of data for both tillering and flowering stages to obtain yield equations. A total of 282 data points for 6 year period was used in the analysis to develop models to forecast the yields of Test Parcels (TP). The predicted yields and the accuracy of the models' prediction were compared to actual yields and assessed using the root mean square error (RMSE) expressed in units of the measured data (kg ha^{-1}). The RMSE gives the weighted variations in errors (residual) between the predicted and observed values and was calculated as follows (Eq. 3);

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2} \quad (3)$$

Where n is the number of observations, P_i is the predicted yield and O_i is the measured yield.

RESULTS and DISCUSSION

To evaluate the models, predicted versus observed values were regressed and their coefficients of determination were compared. Four different yield models generated based on the number of used explanatory variables were separately tested with scatter plots of observed vs. predicted yields and the resulting models produced following yield equations (Figure 4). The results show that the highest correlations were found in Model 1 and Model 3 ($r^2=0.539$) while the lowest one was seen in Model 4 ($r^2=0.535$) for the tillering period. Model 1 and Model 2 provided slightly higher correlations ($r^2=0.635$) than Model 3 and Model 4 did with the R^2 values of 0.633 and 0.632 respectively for the flowering period.

Regression results showed that correlations between the dependent variable and independent variables for the flowering period are higher than that of the tillering period ($0.63 > 0.53$), because of the full canopy cover occurred in the flowering stage, which was also validated by field survey observations conducted at the first week of March and the end of May (Figure 5). Canopy cover is considered to be an important aspect that has a strong relationship, at some level (until 80% green coverage), with crops' phenologic metrics such as NDVI, LAI and FPAR and hence is the indication of yield according to various scientific literature (Ahlrichs and Bauer, 1983; Zhao, 2003; Jiang, 2006; Ren, 2008).

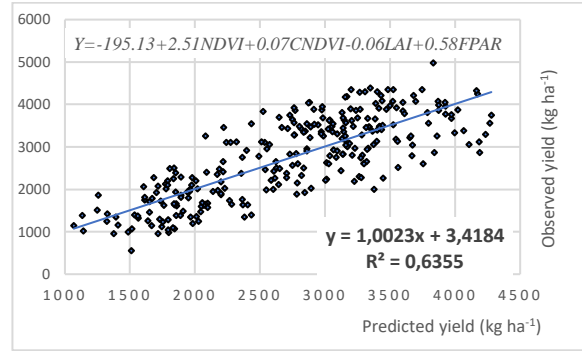
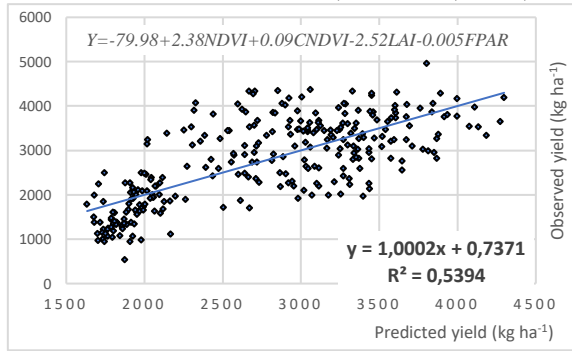
In order to test the predictive performance of the developed models for both stages, predicted yields of 156 test parcels through 2008-2013 were compared to observed yields and evaluated with RMSE values (Table 1). The mean RMSE's of the observed vs predicted yields for the tillering period was 645.9 kg ha^{-1} equivalent to 23.53% error and for the flowering period 574.5 kg ha^{-1} with an error of 20.93%. This underlines that four models' yield estimation performance is higher in flowering than in the tillering period because of the steadily increasing NDVI values which affect wheat yield to rise accordingly. This is consistent with the findings of Babar *et al.* (2006), Aparicio *et al.* (2000) and Royo *et al.* (2003) that there was a strong positive relationship between yield and NDVI.

All models produced similar performance results for both stages. RMSE values of models' results for tillering and flowering stage are very close to each other with very low standard deviations of 0.14 and 0.10 respectively. These results suggest that it's rational to use a simple model requiring fewer inputs with an acceptable estimation accuracy in comparison with others. Model 4 consisting of NDVI and CNDVI variables seems to be an appropriate yield estimation model in these conditions providing 76% of accuracy for the tillering period and 79% for the flowering period.

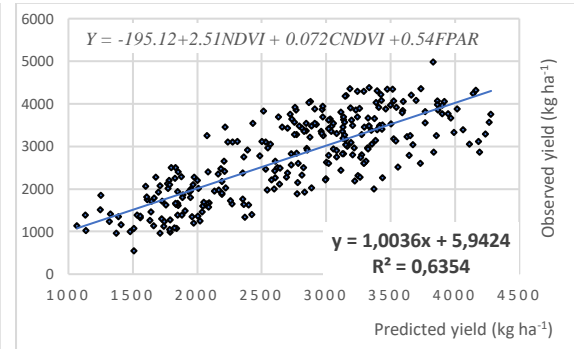
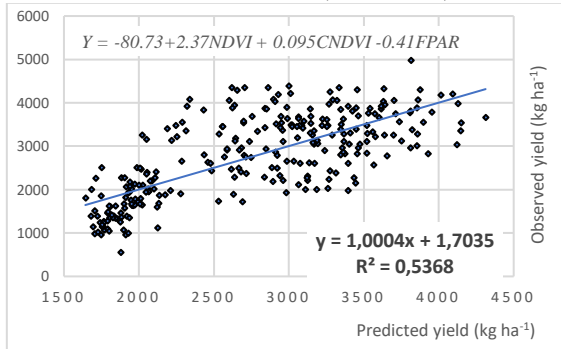
TILLERING

FLOWERING

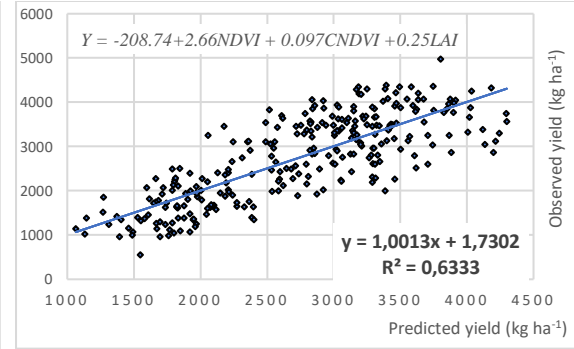
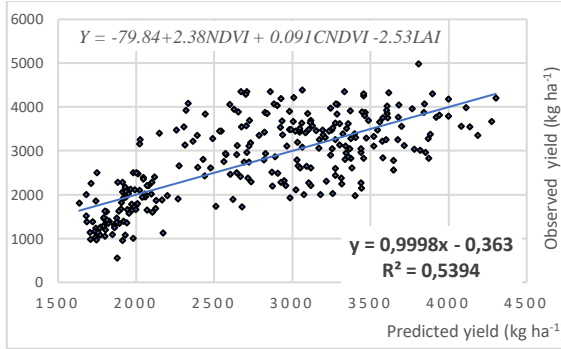
Model 1 variables; *NDVI, CNDVI, LAI, FPAR*



Model 2 variables; *NDVI, CNDVI, FPAR*



Model 3 variables; *NDVI, CNDVI, LAI*



Model 4 variables; *NDVI, CNDVI*

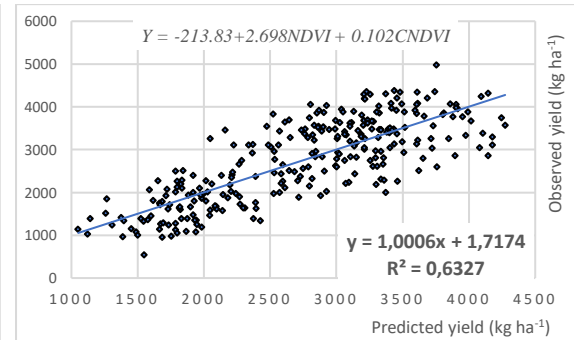
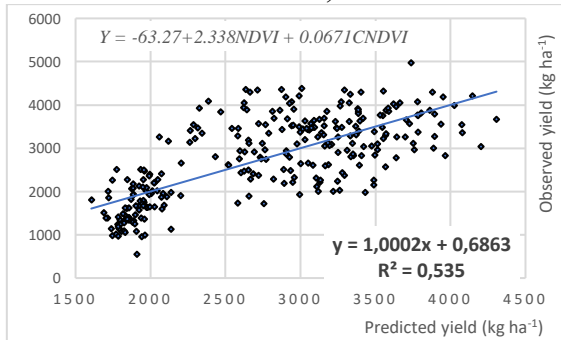


Figure 4. Yield models equations and correlations between predicted and observed yields



Figure 5. Pictures from field surveys at tillering and flowering periods

Table 1. Yield models' performances in terms of RMSE at growing period

Models	Explanatory Variables	Growing Stages			
		Tillering		Flowering	
		RMSE (kg ha ⁻¹)	RMSE %	RMSE (kg ha ⁻¹)	RMSE%
Model 1	NDVI CNDVI LAI FPAR	644.71	23.49	573.68	20.90
Model 2	NDVI CNDVI LAI	644.80	23.49	575.29	20.96
Model 3	NDVI CNDVI FPAR	646.52	23.55	573.72	20.90
Model 4	NDVI CNDVI	647.85	23.60	575.70	20.97
Mean		645.91	23.53	574.51	20.93
Std. dev.		0.14	0.14	0.10	0.03

Notably, the models predict the yields better in the flowering stage than they do in the tillering period producing approximately a 3% accuracy increase in RMSE. Figure 6 shows the predicted yields at the tillering and flowering stages with their difference values from the measured yields as an absolute percentage value (deviation). It's clear that the number of parcels which have high deviation values at tillering period decreased in flowering period meaning the models provide better accuracy when crops enter flowering stage approximately 1.5 months prior to harvest. This situation does not offer satisfactory advantages for authorities because predictions need to be available as early in the growing season as possible. Yet, the local farmers or mid-size farms could benefit from it to estimate possible incomes-expenses and to make arrangements for farming.

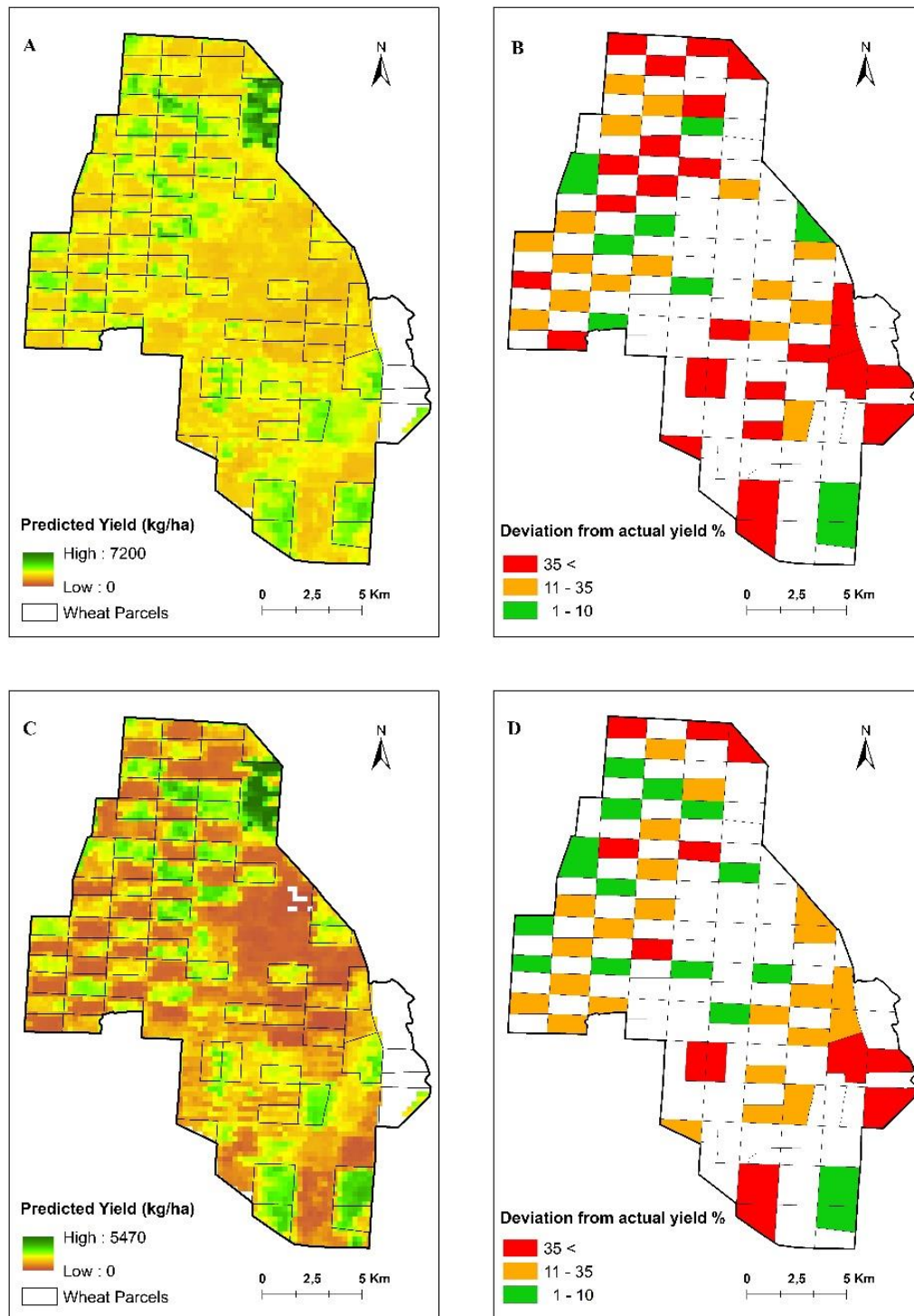


Figure 6. Predicted yields and deviations from actual yield. Model 4 (NDVI-CNDVI) predicted the yields of wheat parcels of TIGEM Farm in 2014 growing season before harvest time at tillering (A) and then flowering stage (C). Deviations were calculated as an absolute value from the difference between actual yields and predicted ones at both tillering (B) and flowering (D) stages.

CONCLUSION

This study aimed to develop a yield model estimating pre-harvest winter wheat yield at both tillering and flowering stages using multiple linear regression approach. Yield models were based on the relationship between satellite data derived independent variables (NDVI, Cumulative NDVI, LAI and FPAR) and observed yields at field level. The predictive performance of the developed four different models was tested and evaluated with actual yields and RMSE. According to the results; all models could predict the yield with approximately 76% accuracy at the tillering period and 79% accuracy at the flowering period which corresponds to 3 months and 1 month before harvest time respectively. Though prediction accuracy is higher for the flowering period, it's not advisable to make a prediction in this period because harvesting time is close and there isn't be enough time for actions such as crop insurance, cash-flow budgeting, planning harvest and storage requirements.

Even though all models give more or less the same performance results, the model consisting of NDVI and temporal cumulative NDVI variables was the best one in terms of simplicity and easy applicability. Estimation accuracy may not be considered as sufficient, but yet predicted yield figures could give valuable information especially 3 months before harvesting for governing bodies to make agricultural management plans on supply and demand for the crop. This study showed that satellite based yield models provide an easy crop yield estimations with low cost and time saving especially for large areas. Producing the most ideal forecasting models based on climatic and environmental conditions and including additional variables for different product types should be one of the main objectives in subsequent studies.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

The authors of this research article declare that they have no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

The authors of this research article declare that they contributed to conduct the research project herewith leading the writing of this manuscript with following personel tasks;

Ediz Unal: Conducting project, field survey and work, data obtain and analysis, writing project report and base manuscript

Hakan Yildiz: Field survey and work, GIS analysis and mapping tasks, writing manuscrip sections

Ali Mermer: Field survey and work, writing project report, manuscript sections and redaction

Metin Aydogdu: Field survey and work, writing project report and manuscript redaction

ACKNOWLEDGEMENTS

This research study was supported by the General Directorate of Agricultural Research and Policies through Agricultural Research Projects (Project No: TAGEM/TBAD/12 A12/PO7/01). We express our gratitude to all project staff for contributing the field studies and office work.

REFERENCES

- Acevedo E, Silva P and Silva H (2002). Wheat growth and physiology. *FAO Plant Production and Protection Series* (FAO), 0259–2525, no. 30, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Ahlich JS and Bauer ME (1983). Relation of agronomic and multispectral reflectance characteristics of spring wheat canopies. *Agronomy Journal*, 75 (6): 987-993.
- Aparicio N, Villegas D, Casadesus J, Araus JL and Royo C (2000). Spectral vegetation indices as nondestructive tools for determining durum wheat yield. *Agronomy Journal*, 92: 83-91.
- Babar MA, Reynolds MP, Van Ginkel M, Klatt AR, Raun WR and Stone ML (2006). Spectral reflectance indices as a potential indirect selection criteria for wheat yield under irrigation. *Crop Science*, 46: 578-588.
- Becker RI, Vermote E, Lindeman M and Justice C (2010). A generalized regression-based model for forecasting winter wheat yields in Kansas and Ukraine using MODIS data. *Remote Sensing of Environment*, 114: 1312-1323.
- Boken VK and Shaykewich CF (2002). Improving an operational wheat yield model using phenological phase-based Normalized Difference Vegetation Index. *International Journal of Remote Sensing*, 23: 4155-4168.
- Campbell JB (1996). Introduction to Remote Sensing. *Guilford Press*, New York, NY, USA.
- Chai T and Draxler RR (2014). Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE) – Arguments against avoiding RMSE in the literature. *Geoscientific Model Development*, 7 (3): 1247-1250.
- Coldwell JE, Rice DP and Nalepka RF (1977). *Wheat yield forecasts using Landsat data*. Proceedings of 11th International Symposium on Remote Sensing of Environment. Ann Arbor MI, pp. 1245-1254.
- Dubey RP, Ajwani N, Kalubarme MH, Sridhar VN, Navalgund RR, Mahey RK, Sidhu SS, Jhorar OP, Cheema SS and NA RANG RS (1994). Preharvest wheat yield and production estimation for the Punjab, India. *International Journal of Remote Sensing*, 15: 2137-2144.
- Doraiswamy PC, Moulin S, Cook PW and Stern A (2003). Crop yield assessment from remote sensing. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 69: 665-674.
- Fischer RA (1975). Yield potential in dwarf spring wheat and the effect of shading. *Crop Science* 15: 607-613.
- GLAM (2018). Global agricultural monitoring project. [online]. Website (<http://pekko.geog.umd.edu/usda/test>). (18.03.2019).
- Hanan NP, Prince S and Bague A (1995). Estimation of absorbed photosynthetically active radiation and vegetation net production efficiency using satellite data. *Agriculture for Meteorology*, 76: 259-276.
- Helene L (2012). GCARD2. Breakout session P1.1 National Food Security – Speaker Brief – The Wheat Initiative – an International Research Initiative for Wheat Improvement. Second Global Conference on Agricultural Research for Development, Uruguay.
- Huang J, Wang H, Dai Q and Han D (2014). Analysis of NDVI data for crop identification and yield estimation. *Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing IEEE Journal*, 7 (11): 4374-4384.
- Jiang Z, Huete RA, Chen J, Chen Y, Li J, Yan G and Zhang X (2006). Analysis of NDVI and scaled difference vegetation index retrievals of vegetation fraction. *Remote Sensing of Environment*, 101: 366-378.
- Justice CO and Becker-Reshef I (2007). Developing a strategy for global agricultural monitoring in the framework of Group on Earth Observations Report. *FAO*, Rome, Italy.
- Pinter PJ, Jackson RD, Disco SB and Reginato RJ (1981). Multidate spectral reflectances as predictors of yield in water stressed wheat and barley. *International Journal of Remote Sensing*, 2: 43-48.
- Prince SD and Goward SN (1995). Global primary production: a remote sensing approach. *Journal of Biogeography* 22: 815-835.
- Ren J, Chen Z, Zhou Q and Tang H (2008). Regional yield estimation for winter wheat with MODIS-NDVI data in Shandong. *China International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10: 403-413.
- Royo C, Aparicio N, Villegas D, Casadesus J, Monneveux P and Araus JL (2003). Usefulness of spectral reflectance indices as durum wheat yield predictors under contrasting Mediterranean conditions. *International Journal of Remote Sensing*, 24: 4403-4419.
- Serrano L, Filella I and Penuelas J (2000). Remote sensing of biomass and yield of winter wheat under different nitrogen supplies. *Crop Science*, 40: 723-731.
- TIGEM (2018). General Directorate of Agricultural Enterprises. [online]. Website <http://www.tigem.gov.tr>. (22.04.2019).

- Tucker CJ (1979). Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment*, 8(2): 127-150.
- Tucker CJ, Elgin JH and McMurtrey JE (1980). Relationship of spectral data to grain yield variation. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 46(5): 657-666.
- TUIK (2012). The Summary of Agricultural Statistics. Turkish Statistical Institute. Ankara, Turkey.
- Ünal E and Debie CAJM (2017). Mapping wheat growing areas of Turkey by integrating multi-temporal NDVI data and official crop statistics. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 26 (1): 11-23.
- USGS (2018). USGS Earth Resources Observation and Science (EROS) Center. [online]. Website <https://earthexplorer.usgs.gov/> (05.03.2019).
- Vermote EF, El Saleous NZ and Justice CO (2002). Atmospheric correction of MODIS data in the visible to middle infrared: first results. *Remote Sensing of Environment*, 83: 97-111.
- Wall L, Larocque D and Leger PM (2007). The early explanatory power of NDVI in crop yield modeling. *International Journal of Remote Sensing*, 29: 2211-2225.
- Wiegand CL, Richardson AJ, Escobar DE and Gerbermann AH (1991). Vegetation indices in crop assessment. *Remote Sensing of Environment*, 35: 105-119.
- White J and Edwards J (2008). Wheat growth and development. NSW Department of Primary Industries, Orange, Australia.
- Zhao YS (2003). Methods and Theories of Remote Sensing Application and Analysis. *Science Press*. Beijing, China.



Midyat/Mardin ve Beşiri/Batman İlçelerinde Satışa Sunulan Bazı Kuru Üzüm Çeşitlerinin Fizikokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması

Tuba UZUN^{a*}, Bülent HALLAÇ^b, Ayşe ALTIN^c, Gülcan KAYA^d

^aBahçe Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Siirt Üniversitesi, 56200, Kezer Yerleşkesi, SİİRT, TÜRKİYE

^bGıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Siirt Üniversitesi, 56200, Kezer Yerleşkesi, SİİRT, TÜRKİYE

^cBahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt Üniversitesi, 56200, Kezer Yerleşkesi, SİİRT, TÜRKİYE

(*): Sorumlu yazar, tubauzun@siirt.edu.tr; Tel: +90-484-2121111(2846)

ÖZET

Çalışmada, Mardin ili Midyat ilçesi ve Batman ili Beşiri ilçesindeki halka açık satış noktalarından rastgele satın alınan kuru üzüm örnekleri kullanılmıştır. Kuru üzüm üretimini bizzat kendi yetiştirdikleri Bineteti, Kerküş, Zeyti ve Mazruna üzüm çeşitlerinden potasa eriği kullanılmadan doğal olarak güneşte kurularak elde etmişlerdir. Bineteti çeşidinde Midyat'tan iki ve Beşiri'den üç örnek; Kerküş çeşidinde Midyat'tan üç ve Beşiri'den iki örnek; Zeyti çeşidinde Midyat'tan dört ve Beşiri'den üç örnek; Mazruna çeşidinde Midyat'tan bir ve Beşiri'den bir örnek olmak üzere toplam 19 numunede fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış ve çeşitler kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Kuru üzüm örneklerinde fiziksel analizlerinden 100 tane ağırlığı, 100 g'daki tane sayısı, ortalama tane eni, ortalama tane boyu, ortalama çekirdek sayısı, ortalama çekirdek ağırlığı, tane kabuk rengi, Kroma değeri (ΔC) ve hue açısı parametrelerine bakılmıştır. Kimyasal analizlerden ise pH, suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), olgunluk indisi, su miktarı, kül miktarı, özgül ağırlık ve toplam asitlik parametrelerine bakılmıştır. Çalışmada yapılan gözlemler ve elde edilen bulgulara ışığında, Türk Gıda Kodeksinin yatay mevzuat hükümlerine uyulmadığı, uygun depolama ve pazarlama koşullarının sağlanmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle, en kısa zamanda Türk Gıda Kodeksi kuru üzüm üretimi ve pazarlaması için dikey gıda kodeksi oluşturulmalı ve tebliğe uygun kontroller titizlikle sağlanmalıdır.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 15.09.2020

Kabul tarihi: 19.10.2020

Anahtar Kelimeler:

- Kuru üzüm,
- Fiziksel analiz,
- Kimyasal analiz,
- Renk parametreleri

Alıntı için: Uzun T, Hallaç B, Altın A, Kaya G (2020). Midyat/Mardin ve Beşiri/Batman İlçelerinde Satışa Sunulan Bazı Kuru Üzüm Çeşitlerinin Fizikokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 404-414.
<https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.014>

Comparison of Physicochemical Properties of Some Raisin Varieties for Sale in Midyat District of Mardin Province and Beşiri District of Batman Province

ABSTRACT

In the study, raisin samples purchased randomly from the public markets in Midyat district of Mardin province and Beşiri district of Batman province were used. According to the statements of the marketing authors, they obtained raisins from the Bineteti, Kerküş, Zeyti and Mazruna grape varieties they grew themselves by naturally drying them in the sun without using a solution of potasa. In Bineteti variety, two samples from Midyat and three samples from Beşiri; in Kerküş variety, three samples from Midyat and two from Beşiri; in Zeyti variety, four samples from Midyat and three samples from Beşiri; in Mazruna variety, one samples from Midyat and one samples from Beşiri, physical and chemical analyzes were carried out on a total of 19 samples, and the varieties were compared among themselves. From physical analysis in raisin samples, 100 berry weight, number of berry per 100 g, average berry width, average berry size, average number of seeds, average seed weight, berry skin color, Chroma value (ΔC) and hue angle parameters were investigated. From chemical analysis, pH, water soluble dry matter content (TSSC), maturity index, water content, ash content, specific gravity and total acidity parameters were examined. In the light of the observations made and the findings obtained in the study, it was determined that the provisions of the horizontal legislation of the Turkish Food Codex were not complied with, and that appropriate storage and marketing conditions were not provided. For this reason, a vertical food codex should be established for the Turkish Food Codex raisin production and marketing as soon as possible and the controls in accordance with the communiqué should be meticulously ensured.

RESEARCH ARTICLE

Received: 15.09.2020

Accepted: 19.10.2020

Keywords:

- Raisin,
- Physical analysis,
- Chemical analysis,
- Color parameters

To cite: Uzun T, Hallaç B, Altın A, Kaya G (2020). Comparison of Physicochemical Properties of Some Raisin Varieties for Sale in Midyat District of Mardin Province and Beşiri District of Batman Province. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 403-413. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.014>

GİRİŞ

Bağcılığın tarihi neredeyse insanlık tarihi kadar eskidir. Vavilov tarafından belirlenen 8 gen merkezi arasında olan ülkemizde, bulunan tarihi kalıntılardan elde edilen bulgulara göre 5000 yılı aşan bir bağcılık kültürü olduğu tespit edilmiştir (Şehirli ve Özgen, 1987). Bağcılık kültürü ve üzüm yetiştiriciliği, kullanım alanlarının çeşitliliği ve dünya üzerindeki geniş yayılışı nedeniyle yüzyıllardır önemini korumaktadır (Ağaoğlu 1999).

Bağcılık, ülkemizin hem dünyadaki coğrafi konumu hem ekolojik etmenlerin elverişli oluşundan dolayı en önemli tarım kollarından biridir. Ülkemiz dünya bağı ülkeler arasında bağ alanı bakımından 467 000 ha'lık alan ile dördüncü sırada, üretim bakımından 4,1 milyon ton yaş üzüm üretimiyle çekirdeksiz ve çekirdekli kuru üzüm, sofralık üzüm üretimi olarak beşinci sırada yer almaktadır. Ülkemizde üretilen yaş üzümün %56.1'i sofralık, %40.7'si kurutmalık ve %3.2'si şaraplık olarak işlenmektedir.

2018 yılı verilerine göre ülkemiz 381 000 ton kuru üzüm (çekirdeksiz-çekirdekli) üretimiyle dünyada ilk sırada yer almaktadır (OIV, 2019).

Coğrafi konumu itibariyle özellikle Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde meyveler güneş ışığı altında kurutularak saklanmakta veya ticari olarak piyasaya sürülmektedir. Gıdaların kurutularak muhafaza edilmesi çok eski çağlardan beri kullanılan en önemli saklama yöntemlerinden birisidir. Kurutma, yaş ürünlerdeki serbest suyu uzaklaştırarak, ürünlerde meydana gelebilecek biyokimyasal reaksiyonları ve mikroorganizmaların büyümesini durdurmak olarak tanımlanmaktadır (Tarhan ve ark., 2007). Su kaybeden ürünün hacimce küçülmesi, böylece taşıma ve depolama maliyetlerinin azalması, normal koşullarda uzun süre kolayca saklanabilmesi ve pazarlamada esneklik sağlaması nedeni ile kurutma günümüzde de birçok üründe uygulanmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2004; Santos ve Silva, 2008). Kurutulmuş meyveler sofralık tüketim yanında bisküvi, pasta, musli, süt ve mamulleri, çikolata, kahve vb. gıda sanayiinde hammadde veya katkı maddesi olarak kullanılabilir (Kuruçaylı ve Şen, 2017).

Kuru üzüm, besin değerinin oldukça yüksek olan bir üründür. İçeriğinde potasyum, demir, kalsiyum gibi önemli mineraller bulunmaktadır ve vitamin yönünden de oldukça zengindir (Sanz ve ark., 2001). Ayrıca içerdiği fenolik bileşikler ve antioksidanların kanser, kalp rahatsızlıkları gibi önemli hastalıklara karşı pozitif rol oynadığı bilinmektedir (Ksouri ve ark., 2009; Williamson ve Carughi, 2010).

Çalışma, iki farklı ilçenin mahalli pazarlarından toplanan Bineteti, Kerküş, Zeyti ve Mazruna üzüm çeşitlerinden üretilen kuru üzüm örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından karşılaştırılması amacıyla yürütülmüştür. Güneydoğu Anadolu bölgesi içinde yer alan Midyat ve Beşiri ilçelerinde benzer bir çalışmaya rastlanmamış olması bu çalışmanın önemini artırırken, bundan sonraki çalışmalara referans niteliği taşıyacağı düşünülmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada materyal olarak, Mardin ili Midyat ilçesi ve Batman ili Beşiri ilçesindeki halka açık pazarlarda açıkta satılan ürünlerden tesadüfi örnekleme yöntemine göre alınan kuru üzüm örnekleri (2019 vejetasyon yılında üretilen) kullanılmıştır. Midyat ilçesinde toplanan kuru üzüm örneklerinde "M"; Beşiri ilçesinde toplanan kuru üzüm örneklerinde "B" kısaltması kullanılmıştır. Midyat ve Beşiri ilçelerinde yetiştirilen yerel beyaz üzüm çeşitlerinden Bineteti, Kerküş, Zeyti ve Mazruna'dan üretilen kuru üzüm örnekleri çalışmada kullanılan bitkisel materyali oluşturmaktadır.

Yöntem

Üreticilerin beyanlarına göre üzümler potasa eriği kullanılmadan doğal olarak güneşte kurutulmuştur. Örnekler en az 200 g olacak şekilde laboratuvara soğuk zincirde getirilerek, aynı gün içinde analizleri yapılmıştır. Numuneler, analizler sonuçlanıncaya kadar 4°C'de bekletilmiştir. Fiziksel analizler, Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarında; kimyasal analizler ise Siirt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Kuru üzüm örneklerinde alınan tane verileri

100 tane ağırlığı (g), 100 g'daki tane sayısı (adet), 50 adet numunenin ortalama tane eni (mm), ortalama tane boyu (mm), ortalama çekirdek sayısı (adet/tane), ortalama çekirdek ağırlığı (g/adet) parametrelerine bakılmıştır (Amerine ve Cruess, 1960).

Kuru üzüm örneklerinde alınan tane renk verileri

Pen color art 1L model, Artoksi MSM, İstanbul^{TR} markalı renk ölçüm cihazı ile L* a* b* cinsinden; aynı renk zemin üzerinde 10 adet numunenin 3 farklı kısmından okunan değerlerin ortalamaları alınarak belirlenmiştir (Aktaş ve ark., 2008). Chroma(ΔC), rengin doygunluğunu (0°=mat, 60°=doygun) ifade etmektedir ve Hue (h°) değeri CIE L* a* b* skalasında açı koordinatıdır. Bu değerler aşağıdaki formüllerden yararlanılarak hesaplanmıştır (McGuire, 1992).

L*= açıklık; a*= mavimsi-yeşil / kırmızı-mor renk tonu bileşeni; b*= sarı / mavi renk tonu bileşeni; C*= $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$; h°= (arktanjant b*/a*)
(0°= kırmızı-mor; 90°= sarı; 180°= mavimsi-yeşil; 270°= mavi).

Theta=[atan(b*/a*) / 6,2832] x 360

a>0 ve b≥0 ise h° =Theta;

a<0 ve b≥0 ise h° =180+Theta;

a<0 ve b<0 ise h° =180+Theta;

a>0 ve b<0 ise h° =360+Theta.

Kuru üzüm örneklerinde yapılan kimyasal analizler

Kuru üzüm örneklerinden alınan 10 g numuneye 100 ml saf su ekleyip 6 saat bekledikten sonra; pH, SÇKM (%), Olgunluk indisi, su miktarı (%), kül miktarı (%), özgül ağırlık ve toplam asitlik (g/L) parametrelerine 3 tekrarlı olarak bakılmıştır.

pH, HANNA HI 9812-5 marka el tipi dijital pH metre ile; suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), ATC marka el tipi Refraktometre ile % olarak; olgunluk indisi, % suda çözünür kuru madde miktarının, % toplam asitliğe bölünmesi ile; su miktarı, üzümler kıyma makinesinden geçirildikten sonra alınan örneğin tartılarak, 65°C'de %50 fan ayarına ayarlanan etüvde (UM400, Memmert, Almanya) ağırlık sabitleninceye kadar kurutulması ve tekrar tartılması ile % olarak; kül miktarı, 10 g numunenin 500°C 'ye ayarlanmış kül fırınında yakıldıktan sonra tekrar tartılması ile % olarak; özgül ağırlık, 20°C'de piknometrik yöntem ile; toplam asitlik ise 0.1 N NaOH ile pH metrede 8.2 değeri okunana kadar titre edilmiş ve sonuçlar tartarik asit cinsinden g L⁻¹ olarak verilmiştir (Cooke ve Berg, 1983; Nelson, 1985; Ough ve Amerine, 1988; AOAC, 1990; Uzun, 2003).

İstatistiksel analiz

Üzüm örneklerinde belirlenen her analiz 3 tekrarlı yapılmıştır. Veriler varyans analizi ile analiz edildikten sonra, ortalamalar arasındaki fark %1 düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testi ile incelenmiştir. Analizde JMP paket programı kullanılmıştır (Morris ve ark., 2001). İstatistiksel farklılık, verilerin sağ tarafında küçük harfle gösterilmiştir.

Standart Hata (SH): Çalışmada elde edilen tüm verilerin kendi içinde karşılaştırılabilmesi için standart hata hesaplaması yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Mardin ili Midyat ilçesi ve Batman ili Beşiri ilçelerindeki satış noktalarından alınan Bineteti kuru üzüm örneklerinde alınan tane verileri Çizelge 1’de, tane renk verileri Çizelge 2’de, kimyasal analizler ise Çizelge 3’de verilmiştir. Alınan veriler incelendiğinde ortalama tane eni ve özgül ağırlık hariç diğer tüm analizlerde örnekler arasında $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel bir fark tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Bineteti kuru üzüm örneklerinde tane verileri

Table 1. *Berry data of Bineteti raisin samples*

Örnek	100 tane ağırlığı (g)	100 gramdaki tane sayısı (adet)	Ortalama tane eni (mm)	Ortalama tane boyu (mm)	Ortalama çekirdek sayısı (adet tane ⁻¹)	Ortalama çekirdek ağırlığı (g adet ⁻¹)
M-1	68.02±0.89e	151±2.31a	11.250±1.230a	14.304±1.518b	1.85±0.09d	0.0427±0.0092b
M-2	82.66±0.76c	122±3.46c	10.336±1.363a	15.423±1.669b	1.90±0.03d	0.0563±0.0058a
B-1	86.96±1.34b	115±2.31d	10.518±0.785a	15.780±1.091b	2.75±0.05a	0.0493±0.0052ab
B-2	124.24±1.70a	81±1.73e	10.187±0.837a	17.490±0.947a	2.25±0.03b	0.0567±0.0075a
B-3	72.62±1.10d	139±1.15b	11.391±1.680a	17.693±1.657a	2.05±0.02c	0.0544±0.0064a

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Testi’ne göre $p<0.01$ düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 2. Bineteti kuru üzüm örneklerinde tane renk parametreleri

Table 2. *Color parameters of Bineteti raisin samples*

Örnek	L*	a*	b*	Kroma Değeri (ΔC)	Hue açısı (h°)
M-1	9.03±0.36a	-0.75±0.08b	5.82±0.25a	5.87±0.24a	97.43±1.10a
M-2	7.82±0.41b	-0.75±0.14b	4.40±0.14fb	4.47±0.11b	99.78±2.05a
B-1	5.50±0.35d	0.08±0.02a	2.14±0.16e	2.14±0.16e	87.93±0.47c
B-2	5.87±0.30c	-0.10±0.04a	3.59±0.30c	3.59±0.30c	91.73±0.80b
B-3	5.67±0.32cd	-0.06±0.03a	2.94±0.28d	2.94±0.27d	91.30±0.69b

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Testi’ne göre $p<0.01$ düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 3. Bineteti kuru üzüm örneklerinde kimyasal analizler

Table 3. *Chemical analyses of Bineteti raisin samples*

Örnek	pH	SÇKM (%)	Olgunluk indisi	Su miktarı (%)	Kül miktarı (%)	Özgül ağırlık	Toplam asitlik (g L ⁻¹)*
M-1	4.56±0.09a	8.80±0.31a	106.27±7.36a	11.30±0.36c	1.949±0.976a	1.0314±0.0052a	0.840±0.087d
M-2	4.39±0.03b	7.60±0.18b	66.41±1.74c	12.10±0.41b	1.976±1.062a	1.0314±0.0052a	1.148±0.058c
B-1	4.47±0.05ab	7.80±0.18b	86.28±2.92b	13.30±0.35a	1.633±1.062c	1.0314±0.0069a	0.908±0.052d
B-2	4.34±0.03b	8.40±0.54ab	67.03±0.32c	10.80±0.30d	1.735±1.143b	1.0334±0.0081a	1.253±0.075b
B-3	4.19±0.02c	8.20±0.53ab	58.68±1.10c	9.60±0.32e	1.516±1.357d	1.0364±0.0046a	1.395±0.064a

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Testi’ne göre $p<0.01$ düzeyinde farklılık vardır. * Tartarik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Kerküş kuru üzüm örneklerinde alınan tane verileri Çizelge 4’de, tane renk verileri Çizelge 5’de, kimyasal analizler ise Çizelge 6’da verilmiştir. Alınan veriler incelendiğinde tüm analizlerde örnekler arasında $p<0.01$ düzeyinde istatistiksel bir fark tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Kerküş kuru üzüm örneklerinde tane verileri**Table 4.** Berry data of Kerküş raisin samples

Örnek	100 tane ağırlığı (g)	100 gramdaki tane sayısı (adet)	Ortalama tane eni (mm)	Ortalama tane boyu (mm)	Ortalama çekirdek sayısı (adet tane ⁻¹)	Ortalama çekirdek ağırlığı (g adet ⁻¹)
M-1	62.21±0.61d	162±0.58a	8.808±1.778a	13.291±1.010c	1.95±0.05c	0.0418±0.0046b
M-2	69.37±0.99c	144±2.31b	9.574±0.947a	13.229±0.675c	1.90±0.05d	0.0416±0.0052b
M-3	71.93±1.25b	134±1.15c	9.947±1.218a	14.977±0.785ab	1.55±0.03e	0.0416±0.0046b
B-1	82.68±1.56a	124±0.58d	9.303±1.657a	14.449±0.652b	2.15±0.05b	0.0437±0.0046b
B-2	72.32±0.61b	141±2.89b	10.368±0.797a	15.616±0.670a	2.20±0.03a	0.0580±0.0081a

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Testi'ne göre p<0.01 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 5. Kerküş kuru üzüm örneklerinde tane renk parametreleri**Table 5.** Color parameters of Kerküş raisin samples

Örnek	L*	a*	b*	Kroma değeri (ΔC)	Hue açısı (h°)
M-1	7.57±0.41b	-0.51±0.05c	4.07±0.15c	4.10±0.14c	97.21±0.98b
M-2	7.77±0.37b	-0.65±0.07c	4.52±0.12b	4.57±0.11b	98.24±1.08a
M-3	19.05±0.31a	2.18±0.20a	6.01±0.18a	6.40±0.24a	70.14±1.09d
B-1	5.99±0.41c	-0.09±0.05b	3.36±0.13d	3.36±0.13d	91.60±0.85c
B-2	4.83±0.25d	-0.09±0.03b	3.01±0.13e	3.01±0.13e	91.78±0.74c

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Testi'ne göre p<0.01 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 6. Kerküş kuru üzüm örneklerinde kimyasal analizler**Table 6.** Chemical analyses of Kerküş raisin samples

Örnek	pH	SÇKM (%)	Olgunluk indisi	Su miktarı (%)	Kül miktarı (%)	Özgül ağırlık	Toplam asitlik (g L ⁻¹)*
M-1	4.41±0.05c	7.80±0.03b	78.51±3.36a	11.60±0.41b	2.517±1.080a	1.0355±0.0069a	0.998±0.046c
M-2	4.32±0.05d	7.50±0.41b	74.05±0.25a	11.80±0.37b	2.051±1.045b	1.0325±0.0069a	1.013±0.052c
M-3	4.49±0.03b	8.80±0.09a	78.95±2.44a	9.30±0.31c	1.830±0.860c	1.0314±0.0087a	1.118±0.046b
B-1	4.57±0.05a	7.40±0.41b	77.03±0.57a	16.70±0.41a	1.832±1.420c	1.0213±0.0069b	0.960±0.046c
B-2	4.01±0.03e	8.00±0.03ab	45.96±1.93b	9.00±0.25c	1.459±1.236d	1.0364±0.0098a	1.748±0.081a

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Testi'ne göre p<0.01 düzeyinde farklılık vardır. * Tartarik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Zeyti kuru üzüm örneklerinde alınan tane verileri Çizelge 7'de, tane renk verileri Çizelge 8'de, kimyasal analizler ise Çizelge 9'da verilmiştir. Alınan veriler incelendiğinde SÇKM hariç diğer tüm analizlerde örnekler arasında p<0.01 düzeyinde istatistiksel bir fark tespit edilmiştir.

Çizelge 7. Zeyti kuru üzüm örneklerinde tane verileri**Table 7.** Berry data of Zeyti raisin samples

Örnek	100 tane ağırlığı (g)	100 gramdaki tane sayısı (adet)	Ortalama tane eni (mm)	Ortalama tane boyu (mm)	Ortalama çekirdek sayısı (adet tane ⁻¹)	Ortalama çekirdek ağırlığı (g adet ⁻¹)
M-1	95.16±0.99b	107±1.73e	10.372±1.080bc	13.675±1.230d	2.50±0.02bc	0.0412±0.0081bc
M-2	93.02±1.12c	107±2.89e	11.493±1.415a	15.834±1.524b	2.05±0.04d	0.0441±0.0098b
M-3	73.77±1.02e	137±1.15b	10.333±1.091bc	14.184±1.420cd	2.55±0.02b	0.0373±0.0064bc
M-4	79.52±0.53d	131±0.58c	10.286±1.103bc	15.890±1.080b	2.40±0.03c	0.0363±0.0087c
B-1	71.19±1.18f	147±2.89a	9.731±1.201c	16.246±1.588b	2.40±0.08c	0.0356±0.0069c
B-2	100.82±1.04a	99±3.46f	11.131±1.420ab	17.188±1.230a	3.05±0.02a	0.0570±0.0058a
B-3	80.66±1.56d	123±1.15d	10.558±1.524bc	14.623±1.253c	2.50±0.05bc	0.0400±0.0069bc

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Testi'ne göre p<0.01 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 8. Zeyti kuru üzüm örneklerinde tane renk parametreleri**Table 8.** Color parameters of Zeyti raisin samples

Örnek	L*	a*	b*	Kroma değeri (ΔC)	Hue açısı (h°)
M-1	8.70±0.29d	-0.97±0.14e	5.12±0.19d	5.22±0.16d	100.85±1.95a
M-2	13.46±0.36c	1.00±0.08a	5.41±0.24c	5.50±0.25c	79.56±0.31f
M-3	38.41±0.33a	-0.77±0.12e	15.95±0.25a	15.97±0.25a	92.78±0.48cd
M-4	24.88±0.26b	0.75±0.14b	9.75±0.22b	9.78±0.23b	85.64±0.75e
B-1	6.08±0.29f	-0.37±0.05d	3.44±0.21f	3.46±0.20f	96.28±1.24b
B-2	4.54±0.44g	-0.03±0.01c	1.95±0.21g	1.95±0.21g	90.98±0.45d
B-3	7.14±0.37e	-0.35±0.07d	4.56±0.18e	4.57±0.17e	94.47±1.04bc

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Testi'ne göre p<0.01 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 9. Zeyti kuru üzüm örneklerinde kimyasal analizler**Table 9.** Chemical analyses of Zeyti raisin samples

Örnek	pH	SÇKM (%)	Olgunluk indisi	Su miktarı (%)	Kül miktarı (%)	Özgül ağırlık	Toplam asitlik (g L ⁻¹)*
M-1	4.68±0.02a	8.20±0.41a	113.09±6.99a	10.30±0.29d	2.861±1.420a	1.0345±0.0046a	0.735±0.081f
M-2	4.19±0.04e	8.20±0.54a	72.18±1.47bc	11.30±0.36b	1.882±1.143c	1.0314±0.0075a	1.140±0.098bc
M-3	4.38±0.02d	8.60±0.44a	79.14±0.54b	10.90±0.33c	1.827±1.449cd	1.0294±0.0046a	1.088±0.064cd
M-4	4.51±0.03bc	8.20±0.53a	77.22±1.36bc	10.20±0.26d	2.021±1.357b	1.0223±0.0064b	1.065±0.087de
B-1	4.56±0.08b	8.40±0.03a	65.86±3.35c	9.40±0.29e	1.731±1.080e	1.0334±0.0081a	1.283±0.069a
B-2	4.46±0.02bcd	7.80±0.46a	66.18±0.68c	13.60±0.44a	1.769±1.132de	1.0344±0.0052a	1.178±0.058b
B-3	4.41±0.05cd	8.00±0.41a	80.41±1.49b	10.70±0.37c	1.855±1.045c	1.0344±0.0058a	0.998±0.069e

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Testi'ne göre p<0.01 düzeyinde farklılık vardır. * Tartarik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Mazruna kuru üzüm örneklerinde alınan tane verileri Çizelge 10'da, tane renk verileri Çizelge 11'de, kimyasal analizler ise Çizelge 12'de verilmiştir. Alınan veriler incelendiğinde ortalama çekirdek ağırlığı, SÇKM ve özgül ağırlık hariç diğer tüm analizlerde örnekler arasında p<0.01 düzeyinde istatistiksel bir fark tespit edilmiştir.

Çizelge 10. Mazruna kuru üzüm örneklerinde tane verileri**Table 10.** Berry data of Mazruna raisin samples

Örnek	100 tane ağırlığı (g)	100 gramdaki tane sayısı (adet)	Ortalama tane eni (mm)	Ortalama tane boyu (mm)	Ortalama çekirdek sayısı (adet tane ⁻¹)	Ortalama çekirdek ağırlığı (g adet ⁻¹)
M-1	61.93±1.19b	157±1.73a	8.512±1.374b	12.575±1.247b	2.25±0.06b	0.0387±0.0081a
B-1	89.13±0.90a	111±1.15b	11.597±1.218a	15.967±0.843a	2.40±0.09a	0.0354±0.0064a

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Testi'ne göre p<0.01 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 11. Mazruna kuru üzüm örneklerinde tane renk parametreleri**Table 11.** Color parameters of Mazruna raisin samples

Örnek	L*	a*	b*	Kroma değeri (ΔC)	Hue açısı (h°)
M-1	6.10±0.31b	-0.24±0.03a	3.63±0.13b	3.64±0.13b	93.83±0.69b
B-1	10.65±0.20a	-1.08±0.11b	6.42±0.13a	6.51±0.11a	99.59±1.14a

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Testi'ne göre p<0.01 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 12. Mazruna kuru üzüm örneklerinde kimyasal analizler**Table 12.** Chemical analyses of Mazruna raisin samples

Örnek	pH	SÇKM (%)	Olgunluk indisi	Su miktarı (%)	Kül miktarı (%)	Özgül ağırlık	Toplam asitlik (g L ⁻¹)*
M-1	4.45±0.06a	9.00±0.03a	97.39±8.12a	12.10±0.31a	2.071±1.236a	1.0355±0.0081a	0.938±0.081b
B-1	4.32±0.09b	8.00±0.32a	65.93±0.79a	9.80±0.20b	1.917±1.721a	1.0314±0.0092a	1.215±0.064a

Ortalama ± SH. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Testi'ne göre p<0.01 düzeyinde farklılık vardır. * Tartarik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Tane özellikleri bakımından, Beşiri ekolojisinde yetiştirilen Bineteti, Kerküş ve Mazruna çeşitlerine ait kuru üzüm örneklerinin Midyat ekolojisinde yetiştirilenlere göre daha iri oldukları görülmektedir (Çizelge 1, 4, 10). Daha önce yapılmış bir çalışmada belirtildiği gibi rakım düştükçe verim parametreleri artmakta ancak kalite kriterleri azalmaktadır (Uzun Bekar ve ark., 2019). Google Earth'tan alınan bilgilere göre Beşiri ilçesi (748 m), Midyat ilçesinden (933 m) yaklaşık olarak 200m daha deniz seviyesine yakındır ve iklimi bir bölge oluşturmaktadır (Anonim, 2020a). Bununla birlikte Beşiri ilçesine ait örneklerin, tane iriliğinin daha fazla olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Zeyti çeşidine ait kuru üzüm örneklerinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç alınmamıştır (Çizelge 7). Ayrıca, Türk Gıda Kodeksinde belirtilen boy özelliklerine göre, 100 g'daki tane sayısı bakımından tüm çeşitlerin örnekleri jumbo (çok iri) sınıfında yer almaktadır (Anonim, 2020b). Üretici veya satıcı tarafından tasnifleme (sınıflandırma) yapıldığı kanaatine varılmıştır.

Kuru üzüm örneklerini tane renk parametreleri bakımından incelenecek olursa, en yüksek L* değeri Mazruna çeşidi hariç diğer tüm çeşitlerde Midyat ekolojisinde yetiştirilen kuru üzüm örneklerinde tespit edilmiş ve en açık renkli kuru üzümler olduğu belirlenmiştir. En düşük L* değeri ise Beşiri ekolojisinde yetiştirilen kuru üzüm örneklerinde saptanmış ve en koyu renkli kuru üzümler olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2, 5, 8). Daha önce yapılan çalışmalarda, L* değerinin düşük çıkmasındaki en büyük nedenin toplam fenolik bileşiklerce ve antosiyaninlerce zengin olmasının bir göstergesi olduğu belirtilmiştir (Christiansen, 2000). Tane gelişim seviyesi ve radyasyon tipine (ışınlama düzeyi, maruz kalma süresi gibi) bağlı olarak yüksek oranda UV ışınlarına maruz kalmak, bitkinin strese karşı savunma mekanizması olan

sekonder metabolitleri harekete geçirerek polifenol sentezini artırmaktadır (Quintana ve Gomez, 1989; Berli ve ark., 2011; Matus, 2016; Jin ve ark., 2017). Buda Beşiri ilçesinden alınan örneklerin daha fazla güneş ışığına maruz kaldığı kanaatini doğurmuştur. Ayrıca, uygun olmayan depolama koşullarına (nem, sıcaklık, oksidasyon, atmosferik koşullar, kirlilik gibi) bağlı olarak, mikrobiyal gelişme yanında enzimatik reaksiyonlarla renk değişikliğinin olabileceği düşünülmektedir (Karaçalı, 2002; Christiensen, 2000; Cemeroğlu ve ark., 2004).

Kuru üzüm numunelerinde yapılan kimyasal analizler değerlendirilecek olursa, pH değeri bakımında her iki ekolojide yetiştirilen çeşitlere ait kuru üzüm örneklerinde istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç alınamamıştır. Ancak gıdalar, sahip oldukları pH değerlerine göre; yüksek asitli gıdalar (pH <3.7), asitli gıdalar (pH 3.7-4.6), orta asitli gıdalar (pH 4.6-5.3) ve düşük asitli gıdalar (pH >5.3) şeklinde sınıflandırılabilir (Temiz, 1998). Bu yapılan sınıflandırma doğrultusunda Zeyti çeşidi M-1 (4.68) örneği hariç diğer tüm kuru üzüm örnekleri asitli gıdalar ıskalasında yer almaktadır. Zeyti çeşidine ait M-1 örneği ise belirtilen ıskalaya göre orta asitli gıdalar ıskalasında yer almaktadır. Tüm çeşitlere ait kuru üzüm örneklerinde Midyat ekolojisinde yetiştirilenler, Beşiri ekolojisinde yetiştirilenlere göre olgunluk indisini bakımından daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3, 6, 9 ve 12). Buda rakımı daha yüksek olması nedeniyle Midyat ilçesinde yetiştirilen üzümlerin UV radyasyonuna daha fazla maruz kaldığı ve kuru madde miktarı ve olgunluk indisini artırdığı kanaatini doğurmuştur. Nitekim Song ve ark. (2015) çalışmalarında, rakım artışıyla UV maruziyetinin arttığı, bununla beraber kuru madde miktarında artışa sebep olduğunu vurgulamışlardır. Greer ve Weedon (2013) çalışmalarında, yüksek sıcaklıklara bağlı olarak transpirasyonun neredeyse üç kat arttığını bununla beraber tanede hacim kaybına neden olduğunu ve kuru madde miktarını artırdığını belirtmişlerdir. Daha önceki yapılan bazı çalışmalarda, su miktarı düşük olan kuru üzümlerde SÇKM miktarı ile olgunluk indisinin daha yüksek olması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca toplam asitlik miktarındaki değişimleri üzümün su miktarı ile ilişkilendirilmektedirler (Karaçalı, 2002; Şen ve ark., 2009; Şen, 2009; Kuruçaylı ve Şen, 2017). Çalışmada elde edilen verilerin daha önceki araştırmalarla paralellik göstermemesinin nedeni olarak, alınan numunelerdeki tanelerin bir örnek olmaması ve aynı °Brix'te hasat edilmiş olmamasından kaynaklanabileceği tahmin edilmektedir. Daha önce yapılan bir çalışmada kuru üzüm örneklerinin nem düzeyinin %15-20 aralığında olması gerektiği belirtilmektedir (Drusch ve Ragab, 2003). Çalışmamızda elde edilen verilere göre, her iki ekolojiden toplanan örneklerin hiçbiri bu aralıkta yer almamaktadır. Bunun nedeninin, Kuru Üzüm Lisanslı Depo Tebliği'nde belirtilen uygun muhafaza koşullarının sağlanamadığı anlamını taşımaktadır.

SONUÇ

İki farklı ekolojide yetiştirilen Bineteti, Kerküş, Zeyti ve Mazruna çeşitlerinden üretilen kuru üzüm örnekleri halka açık satış noktalarından rastgele satın alınarak fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış ve çeşitler kendi içlerinde karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda tane özellikleri bakımından Beşiri ilçesinden alınan örnekler daha iyi bulunurken, tane renk parametreleri bakımında Midyat ilçesinden alınan örneklerin rakımın daha yüksek olması nedeniyle fenolik bileşik içeriğini artırdığından daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ancak tane renk parametrelerinden elde edilen

veriler ışığında uygun depolama koşullarının sağlanmadığı tahmin edilmektedir. Yapılan kimyasal analizler sonucunda Zeyti çeşidi M-1 örneği hariç diğer tüm kuru üzüm örnekleri asitli gıdalar ıskalasında yer almıştır. Zeyti çeşidine ait M-1 örneği ise orta asitli gıdalar ıskalasında yer almaktadır. Olgunluk indisi bakımından Midyat ilçesinden alınan kuru üzüm örneklerinin, Beşiri ilçesinden alınanlara göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Nem miktarı bakımından ise her iki ekolojiden toplanan örneklerin hiçbirinin Kuru Üzüm Lisanslı Depo Tebliği'nde belirtilen uygun muhafaza koşullarını sağlamadığı gözlemlenmiştir. Ticari olarak da satılan kurutulmuş meyvelerin, uygun olmayan şartlarda kurutulması ya da depolanması aşamalarında küf gelişimine ve dolayısıyla aflatoksin ve okratoksin A kontaminasyonuna maruz kalma potansiyeli oldukça yükseltmektedir. Kontamine örneklerin temizlenmesi açısından detoksifikasyon yöntemlerinin geliştirilmesi ve toksin bulaşması muhtemel üretim aşamalarında özellikle nem kontrolü yapılmasına dikkat edilmesi önerilmektedir. Kontrollerin üretimin ilk aşamasından tüketime sunulduğu aşamaya kadar titizlikle yapılması gerekmektedir. Uygun üretim teknikleri hakkında üreticiler bilinçlendirilmeli, bu amaçla gerekli eğitim faaliyetleri düzenlenmelidir. Geleneksel yöntemlerle üretilen kuru üzümlerin, insan sağlığı için risk oluşturacak düzeyde toksin içerip içermediğinin belirlenmesi açısından biyokimyasal çalışmalarında yürütülmesinde fayda olduğunu kanaatine varılmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar olarak, çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve makale olarak yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması içerisinde olmadığımızı beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Tuba Uzun: Çalışmanın planlanması, analizlerin yapılması, verilerin yorumlanması ve istatistiksel analizin yapılması, makalenin yazılması ve son şeklinin verilmesinde,

Bülent Hallaç: Analizlerin yapılması, makalenin yazılması ve son şeklinin verilmesinde,

Ayşe Altın: Materyalin toplanmasında ve analizlerin yapılmasında,

Gülcan Kaya: Materyalin toplanmasında ve analizlerin yapılmasında katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu YS (1999). Bilimsel ve uygulamalı bağcılık asma biyolojisi. *Kavaklıdere Eğitim Yayınları Cilt:1. No:1*. Ankara. 205s.
- Aktaş T, Ülger P, Daghoglu F and Hasturk F (2008). *Effect of storage time on quality of plum osmotically pretreated with trehalose and sucrose solutions before drying*. 10. International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture Proceedings, Antalya, Turkey.
- Amerine MA and Cruess MV (1960). The technology of wine making. *The Avi Publishing Comp., Inc. Westport, Connecticut, U.S.A., 709 pp*.
- Anonim (2020a). <https://earth.google.com/web/@0,0,0a.22251752.77375655d.35y.0h.0t.0r> (07/09.2020)
- Anonim (2020b). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/06/20050603-10.htm>. (09/09/2020).
- AOAC (1990). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. *15th edition, Washington, DC*.
- Berli FJ, Fanzone M, Piccoli P and Bottini R (2011). Solar UV-B and ABA are involved in phenol metabolism of vitis vinifera l. increasing biosynthesis oo berry skin polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59: 4874–4884*.

- Cemeroğlu B, Karadeniz F ve Özkan M (2004). Kurutma teknolojisi. In: Cemeroğlu B (ed.), Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cilt II, *Başkent Kiş Publisher*, Ankara.
- Christiensen LP (2000). Raisin production manual. *University of California Agriculture and Natural Resources Publications*, pp. 228-235, California, 295p, USA.
- Cooke GM and Berg HW (1983). A Re-examination of varietal table wine processing practices in California. *I. Grape Standards. Grape and Juice Treatment and Fermentation. American Journal of Enology and Viticulture*, 34 (4): 249-256.
- Drusch S and Ragab W (2003). Mycotoxins in fruits, fruit juices, and dried fruits. *Journal of Food Protection*, 66 (8): 1514-1527.
- Greer DH and Weedon MM (2013). The impact of high temperatures on vitis vinifera cv. semillon grapevine performance and berry ripening. *Frontiers in Plant Science*, 4: 1-9.
- Jin XD, Wu X and Liu X (2017). Phenolic characteristics and antioxidant activity of merlot and cabernet sauvignon wines increase with vineyard altitude in a high-altitude region. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 38 (2): 132-143.
- Karaçalı İ (2002). Meyve ve Sebze Değerlendirme. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 19/5. 263 s.
- Ksouri R, Falleh H, Megdiche W, Trabelsi N, Mhamdi B, Chaieb K, Bakrouf A, Magné C and Abdelly C (2009). Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte *Tamarix gallica* L. and related polyphenolic constituents. *Food and Chemical Toxicology*, 47 (8): 2083-2091.
- Kuruçaylı H ve Şen F (2017). Kurutulmuş organik kuru üzüm meyvelerinde farklı ambalajların raf ömrü süresince kaliteye etkileri. *Journal of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty*, 14 (2): 75-79. doi: 10.25308/aduziraat.326985.
- Matus JT (2016). Transcriptomic and metabolomic networks in the grape berry illustrate that it takes more than flavonoids to fight against ultraviolet radiation. *Frontiers in Plant Science*, 7: 1337.
- McGuire RG (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27 (12): 1254-1255.
- Morriss CJ, Tolfrey K and Coppack RJ (2001). Effects of short-term isokinetic training on standing long-jump performance in untrained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15 (4), 498-502.
- Nelson KE (1985). Harvesting and handling California table grapes for market. Bull. 1913, Univ. California, *DANR Publication*, Oakland, CA.
- OIV (2019). <http://oiv.int/public/medias/6782/oiv-2019-statistical-report-on-world-vitiviniculture.pdf> (07/09/2020).
- Ough CS and Amerine MA (1988). Methods for analysis of musts and wines, *John Wiley and Sons*, New York, 377p.
- Quintana GM and Gomez PJM (1989). Influence of soil, climate and other factors on the phenolic content of the grape variety Xarello. *Bulletin de l'O.I.V.* 62: 485-497.
- Santos PHS and Silva MA (2008). Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegetables—A review. *Drying Technology*, 26 (12), 1421-1437.
- Sanz ML, del Castillo MD, Corzo N and Olano A (2001). Formation of amadori compounds in dehydrated fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (11), 5228-5231.



Moisture Influences of Some Physical and Gravimetric Properties of Ackee Apple Seeds (*Blighia sapida*)

Olajide Ayodele SADIKU^{ID}* David OMOGUNSOYE^{ID}^a

^aAgronomy Department, Faculty of Agriculture, University of Ibadan, NIGERIA

(*): Corresponding author, oa.sadiku@mail.ui.edu.ng; +234 703 298 3180

ABSTRACT

This research evaluated and determined some moisture-influenced physical and gravimetric properties of *Blighia sapida* seeds relevant to machine design at 11.9, 17.0, 22.0, 27.0 and 32.0% moisture levels (wet basis). These properties are vital in handling and seed process design. With increasing seed moisture (11.9 to 32.0%), there was no statistically significant effect on the seed axial dimensions, principal diameters, sphericity and surface area. This is because seed axial dimensions relatively determine other properties afore stated. However, there were significant and linear increases in thousand seed mass (189.3 – 230.3 g), bulk (377.0 - 418.3 kg m⁻³) and true (714.3 - 771.1 kg m⁻³) densities but decrease in porosity was not significant. Increase in bulk and true densities is due to the rate of increase in the seed mass being more rapid than the rate of increase in its volume, as the seed moisture increased. A non-linear decrease showed in seed volume (3.4-3.2 cm³). Behavioral patterns of ackee seeds and their investigated properties, under increasing moisture was expressed using regression models. Required primary data for the design of handling techniques and process machinery for ackee apple seeds were generated.

RESEARCH ARTICLE

Received: 19.08.2020
Accepted: 20.10.2020

Keywords:

- Bulk density,
- Length,
- Porosity,
- Sphericity,
- Surface area

To cite: Sadiku OA, Omogunsoye D (2020). Moisture Influences of Some Physical and Gravimetric Properties of Ackee apple Seeds (*Blighia sapida*). Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 414-423. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.015>

INTRODUCTION

Ackee apple (*Blighia sapida*) hails from a family called *Sapindaceae* and it is a native of Jamaica and West Africa, which includes Nigeria among other countries. *Ackee* trees exist as wild and spread over the humid parts of the Nigerian agro ecological zone. They are usually up to 18 m in height, large in size and known for dense dark green leaves (providing canopy) and having bright, red fruits (Keay *et al.*, 1989). Propagation of ackee is by seed planting, use of cuttings or by grafting. Omosuli (2014) quoted Lancashire in his work that the ackee tree produces long (7.5 – 10 cm), lipid-bearing fruits all through the year having January - March and June – August as peak seasons for fruiting.

The ackee fruit has an oval shape, which makes it look capsule-like, having three fleshy valves. The ackee fruit experiences a self-split opening when mature and ripe. At this stage, it contains three or more black seeds attached to cream-colored arils (Figure 1).

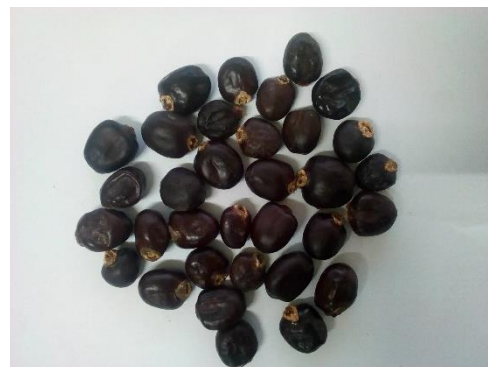


Figure 1 (a): Split Ackee fruit at maturity; **(b):** Dried Ackee seeds without arils.
Source: (a) Anonymous (2020); (b) Laboratory experiment (2020)

The arils are eaten when cooked or fresh as meat substitute in meals: this is common in South West of Nigeria. The Arils are eaten as a meal in Jamaica where it is also produced as canned food. All parts of the ackee apple tree are useful in traditional medicine in Nigeria, Ghana, Côte d'Ivoire, Togo and Republic of Benin for treating different ailments. Ackee apple seeds are used to treat vomiting and nausea: they are pounded and used to treat stomach related problems. Also, the aqueous extracts from the seeds can be also be used to get rid of parasites like termites. In addition, the whole fruit except the aril is used for soap making and for fishing (Ekue *et al.*, 2009). Bello *et al.* (2012) revealed that Congo Red Dye can be removed from aqueous solutions using the extract from ackee seeds as adsorbent. Onuekwusi *et al.* (2014) found out that oil extracted from ackee seeds can be used in the production of therapeutic agents and industrial oil. However, handling and processing of ackee fruits and seeds had been manual hitherto, especially in Nigeria. Therefore, if all the benefits of ackee seed must be commercialized, its handling and processing must be mechanized which requires the knowledge of its engineering properties. This knowledge is very necessary to generate baseline data needed in developing handling equipment and processing machinery generally for biomaterials. Food scientists also use this same knowledge to discover and develop new uses for existing biomaterials. Example, porosity, bulk and true densities are essential physical properties considered in the design of storage structures; design of separation equipment and transport systems; determination of airflow resistance during aeration and drying of seeds; and the determination of the power requirement

of the dryer. Aperture size and shape on separating screens are determined by the seeds' principal diameters and shape. Meanwhile, agricultural materials undergo a number of important changes in their internal structure due to moisture content changes (Andrejko and Kaminska, 2005).

The processing of *Ackee* apple seeds causes seed moisture changes either by drying or by washing which would definitely result in seed structural changes that may affect the engineering properties of the seeds that would surely influence the behavioral trends of the seeds. In addition, there is hitherto a dearth of knowledge of the behavior of *ackee* seeds influenced by their moisture change. Though the knowledge of the engineering properties of seeds is wide, this research work determined the physical and gravimetric properties of *ackee* apple seeds subject to their moisture changes as part of the process of bridging the knowledge gap earlier stated. Researchers have reported the effect of moisture content on the engineering properties of seeds or grains among which are Milani *et.al.* (2007) for Cucurbit seeds; Ghodki *et.al.* (2016) for Cassia seeds; Davies (2010) for Arigo seeds; Malik and Saini (2016) for Sunflower seeds; Abubakar and Benjamin (2019) for Moringa seeds.

MATERIAL and METHODS

Sample collection

Ackee seeds samples were got from Lanlate, Oyo State (7° 36' 0" North, 3° 27' 0" East), South – Western part of Nigeria where *ackee* trees grow predominantly. The *ackee* seed lot was cleaned by removing debris, damaged and immature seeds. Afterwards, the seeds were dried in air under a shade. Determination of the initial seed moisture was by drying few seeds in the Oven at $103 \pm 1^\circ\text{C}$ for 72 hours (ASAE, 1999) and the seed lot later divided into five bulk samples of equal weight. Distilled water at calculated amount was added to each of Four seed sample lots to obtain four different desired seed moisture levels viz: 11.9 – 32% at about 5% interval. This is to cover *ackee* apple seeds' moisture content at harvest, when air – dried and when soaked and washed in water during processing. The calculation was done using equation 1 below.

$$W_m = \frac{M (MC_f - MC_i)}{100 - MC_f} \quad (1)$$

W_m = amount of water in grams (g) to be mixed with the samples;

M = quantity of seed sample in grams (g);

MC_f and MC_i = the seed sample's desired final and initial moisture content in wet basis respectively (Davies, 2010; Bajpai *et al.*, 2020; Jaiyeoba *et.al.*, 2020).

Doubled, low density black polythene bags were used to package each sample to preserve the moisture content. For Five days, a refrigerator was used to store the seed samples at 5°C (Davies, 2010). This allows moisture to circulate uniformly in each seed sample lot. Each time an experiment was to be carried out, the needed seeds quantity was removed from refrigerated samples. The seeds taken are left in the laboratory for one hour to equilibrate with ambient temperature.

Physical properties

Seed dimension

30 seeds from each sample were picked at random. With Vernier caliper (0.05 mm accuracy), the values of length, breadth and thickness of each seed were taken. (Andrejko and Kaminska, 2005; Kumar *et.al.*, 2018).

Mean diameters

Seed axial measurements were used to determine mean diameters (Arithmetic and Geometric) as given in equations 2 and 3. (Kumar *et al.*, 2018; Jaiyeoba *et.al.*, 2020).

$$A_d = \frac{(X+Y+Z)}{3} \quad (2)$$

$$G_d = (XYZ)^{1/3} \quad (3)$$

Length is given as X , width as Y and thickness as Z in cm.

Area of seed surface

Equation (4) below was adopted in calculating the seed surface area.

$$S_a = \pi G_d^2 \quad (4)$$

S_a and G_d are area of surface and geometric mean diameter respectively. (Ofori *et.al.*, 2019; Oyerinde *et.al.*, 2020).

Sphericity

Sphericity was obtained using the equation (5) below as given by Abubakar and Benjamin (2019):

$$\varphi = \frac{(XYZ)^{1/3}}{X} \quad (5)$$

Sphericity is φ and other parameters given as in equations 2 and 3.

Gravimetric Properties

Volume of seed

The liquid displacement method was adopted for determining seed volume. 20 ml of Toluene (C_7H_8) was poured into a measuring cylinder and individual seed was dropped into the cylinder to record the displaced volume. The displaced toluene volume is the seed volume. Experiment was repeated Five times for each sample lot. Toluene was used based on low dissolution power, low surface tension and its low seed absorption compared to water. (Milani *et al.*, 2007).

Mass of thousand seeds

Hundred seeds were selected at random and weighed using an electronic weighing balance. Thousand seed mass was obtained by multiplying a hundred-seeds mass by 10 which was repeated Five times for each sample lot. (Milani *et al.*, 2007; Jaiyeoba *et al.*, 2020).

True density

Same method used for seed volume experiment was adopted here except for the Ten grams of ackee seeds dropped in toluene to record the displaced volume. The ratio of ten grams seeds to its displaced volume is the true density of the seeds. The experiment was also replicated Five times. (Bajpai *et al.*, 2020).

Bulk density

This experiment was carried out by filling a 320 ml beaker to the brim with ackee apple seeds and weighed on a digital weighing balance. Five taps were made on the beaker to ensure a consolidating filling of the beaker while removal of excess seeds was done with a flat to level up the beaker surface. The ratio of the mass of seed bulk to the beaker volume which it occupies is the seed bulk density. The experiment was replicated Five times. (Abubakar and Benjamin, 2019; Bajpai *et al.*, 2020). The following equation was used to determine Bulk density:

$$\rho_b = \frac{m}{v} \quad (6)$$

Where ρ_b = bulk density in kg m^{-3} ; m = mass of the seed sample; and v = volume of beaker (also taken as volume of seed sample).

Porosity

Porosity was determined by the equation (7) stated below.

$$P = \frac{(\rho_t - \rho_b)}{\rho_t} 100 \quad (7)$$

P is the porosity, ρ_t and ρ_b as true and bulk densities respectively. Bulk and true density results were used to determine porosity for each replicate of the samples. (Milani *et al.*, 2007; Abubakar and Benjamin, 2019; Bajpai *et al.*, 2020)

Analysis of results

Results were analyzed with Analysis of Variance (ANOVA) using Genstat Discovery Edition 4. Least Significant Difference (LSD) was adopted for separation of means at 5% probability level.

RESULTS and DISCUSSION

Physical properties

The effect of seed moisture on the physical properties of ackee apple that were assessed was not significant (at 5% level of significance) as shown in Table 1.

Table 1. Means of the Physical properties of Ackee seeds under moisture influence

Moisture content (%)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	Arithmetic dimension (cm)	Geometric dimension (cm)	Surface area (cm ²)	Sphericity %
11.9	2.45 ± 0.19	1.82 ± 0.13	1.42 ± 0.12	1.90 ± 0.13	1.85 ± 0.12	10.78 ± 1.40	0.76 ± 0.04
17.0	2.39 ± 0.13	1.79 ± 0.08	1.38 ± 0.09	1.85 ± 0.08	1.81 ± 0.07	10.27 ± 0.84	0.76 ± 0.02
22.0	2.41 ± 0.11	1.82 ± 0.09	1.42 ± 0.09	1.89 ± 0.08	1.84 ± 0.08	10.68 ± 0.92	0.76 ± 0.02
27.0	2.45 ± 0.13	1.84 ± 0.11	1.42 ± 0.11	1.90 ± 0.10	1.86 ± 0.10	10.86 ± 1.18	0.76 ± 0.02
32.0	2.44 ± 0.12	1.87 ± 0.11	1.45 ± 0.11	1.92 ± 0.10	1.87 ± 0.10	11.06 ± 1.20	0.77 ± 0.03

Note: No significant difference at 5% probability level

Seed axes

Seed length, width and thickness of ackee showed no significant difference which means that they are not moisture dependent. It therefore follows that the mean diameters, sphericity and surface area would not show a significant change being dependent on the values of the seeds' three axes. The changes in length, width and thickness of any seed determine its arithmetic and geometric mean diameters, which in turn determine sphericity and shape. The non-significant changes in the seeds' axial dimensions maybe due to the relatively impervious nature of ackee seed coat. Ofori *et.al.* (2019) recorded a similar result for Opeaburoo maize variety in which differences in both seed width and seed thickness were not significant with decrease in seed moisture during drying. The seed moisture and seed axes relationship are expressed in the second-order and third order polynomial equations in Table 2.

Table 2. Regression models showing the physical properties – seed moisture relationship of Ackee seeds

Property	Equation	R ²
Length= X	$X = -92.996x^3 + 64.008x^2 - 13.778x + 3.3372$	0.9979
Width= Y	$Y = 3.048x^2 - 1.0845x + 1.9041$	0.8579
Thickness= Z	$Z = -38.063x^3 + 27.579x^2 - 6.0771x + 1.814$	0.7639
A _d	$A_d = -53.518x^3 + 38.021x^2 - 8.3178x + 2.4374$	0.9382
G _d	$G_d = -49.752x^3 + 35.522x^2 - 7.7794x + 2.3537$	0.9107
Surface area = S _a	$S_a = -596.38x^3 + 426.55x^2 - 93.687x + 16.878$	0.9159
Sphericity = Φ	$\Phi = 6E - 05x^2 - 0.0021x + 0.7776$	0.8556

x = Moisture content; A_d = Arithmetic mean diameter; G_d = Geometric mean diameter.

The mean diameters

The mean diameters (arithmetic and geometric) determine the aperture (holes) size used in the design of screens in cleaning and separating machines for grain handling (Davies, 2010). From the result in Table 1, the mean diameters increased as seed moisture increased but not significant. It therefore implies that *ackee* apple seeds, at different moisture contents can be cleaned, sorted or separated using same screens. Regression models showing the relationship between the mean diameters of ackee apple seeds and their moisture content are stated in Table 2.

Surface area

As moisture content increased, seeds' surface area also increased though with a drop at 17% moisture content (Table 1). The increase in surface area was not significant. Surface area is important in determining coverage area when spraying the seeds, residue removal, seeds' rate of respiration, assessment of color and seeds' reflection of light: In heating and cooling processes, it is a necessary factor in determining the transfer of heat and mass; hence for ackee seeds, heating or cooling would be easy and uniform especially when they are moisture laden. Surface area is one of the primary factors affecting reaction rate in biochemical processes involving seeds; therefore, it is expedient to study it (Davies *et al.*, 2014). The relationship between moisture content and surface area is shown in Table 2 above.

Sphericity

The average value for sphericity remained constant at approximately 0.76 with increasing moisture content though highest at seed moisture of 32% as presented in Table 1. Omobuwajo *et. al.* (2000) recorded a similar result for ackee apple seeds (75.5%)

though determined at one moisture level of 9.88% wet basis (i.e. not subjected to moisture variation). Seed with sphericity above 70% is considered to be spherical (Garnayak *et al.*, 2008; Jaiyeoba *et.al.*, 2020), therefore *ackee* apple seeds can be regarded as being spherical. High sphericity implies that *ackee* apple seeds will easily roll on surfaces regardless of the moisture content and roll on one another where seed flow is involved. It also determines the shape of aperture where screens are involved in cleaning or separating machines; hence *ackee* seeds will maintain a spherical shape at different moisture levels therefore aperture shape will not change. The relationship between moisture content and sphericity is shown in Table 2.

Gravimetric properties

Thousand seed mass and individual seed volume:

For *ackee apple* seeds, thousand seed mass increased significantly and linearly from 189.3 to 230.3 g (Table 3) with increasing seed moisture content [11.9 to 32.0% wet basis]. It therefore implies that every moisture addition will result in an increase in seed mass. Similar result was recorded by Aviara *et.al.* (2019) for Mahogany seeds, Zewdu and Solomon (2007) for Tef seeds. The trend and relationship between seed moisture and thousand seed mass are shown in Figure 2.

Table 3. Moisture effect on Gravimetric properties of *Ackee* apple seeds

Moisture content (%)	Seed volume (cm ³)	1000-unit mass (g)	True density (kg m ⁻³)	Bulk density (kg m ⁻³)	Porosity %
11.9	3.40 ^c ± 0.55	189.3 ^a ± 4.78	714.3 ^a ± 0.08	377.0 ^a ± 5.10	47.22 ± 0.71
17.0	2.60 ^{ab} ± 0.55	196.6 ^a ± 7.36	715.8 ^a ± 36.29	387.1 ^a ± 7.33	45.84 ± 2.43
22.0	2.20 ^a ± 0.45	207.6 ^b ± 8.17	725.3 ^{ab} ± 24.55	384.9 ^a ± 9.49	46.85 ± 2.80
27.0	3.00 ^{bc} ± 0.71	226.2 ^c ± 3.22	771.0 ^b ± 42.15	411.5 ^b ± 11.12	46.50 ± 3.34
32.0	3.20 ^{bc} ± 0.45	230.3 ^c ± 11.97	771.0 ^b ± 42.15	418.2 ^b ± 8.91	45.60 ± 3.31
LSD	0.723*	10.17*	0.04367*	0.01138*	NS

Note: *Significant at p=0.05. Means along the same column with different letters are significantly different. NS = Non significant

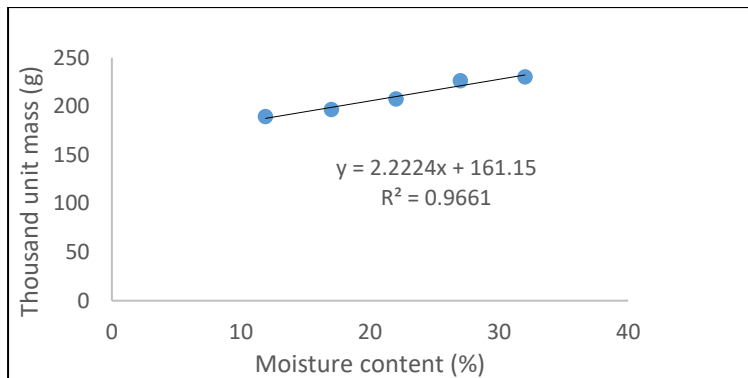


Figure 2. Thousand unit mass of *Ackee* apple seeds as affected by moisture content

A non – linear decrease in seed volume was recorded for *ackee* apple seeds as revealed in Table 3. The non – uniformity in individual seed size and weight might have accounted for such result since seeds were randomly selected from samples at each moisture level for the experiment. The relationship between seed moisture and seed volume is represented in equation 8.

$$V = 90.53x^2 - 39.763x + 6.79 \quad R^2 = 0.7906 \quad (8)$$

Where V is seed volume and x is seed moisture content.

Bulk and true densities

Ackee apple seeds increased in bulk density significantly (377.0 - 418.0 kg m⁻³) and linearly too (Table 3). Mass of a grain bulk divided by its volume is its bulk density. Therefore, during storage, carriage or transportation, same volume of ackee seeds at higher moisture level will record higher weights than in lower levels of moisture. This is vital in design considerations for type and strength of material required for constructing equipment for storing, transporting or conveying ackee seeds. Same trait holds for true density (714.3 - 771.1 kg m⁻³). Unal *et al.* (2013), Malik and Saini (2016) and Jaiyeoba *et. al.* (2020) reported similar results for Bitter gourd, Sunflower and Nutmeg seeds respectively. Graph and models showing the behavioral trend, and the relationship between seed moisture and bulk and true densities of ackee apple seeds is in Figure 3.

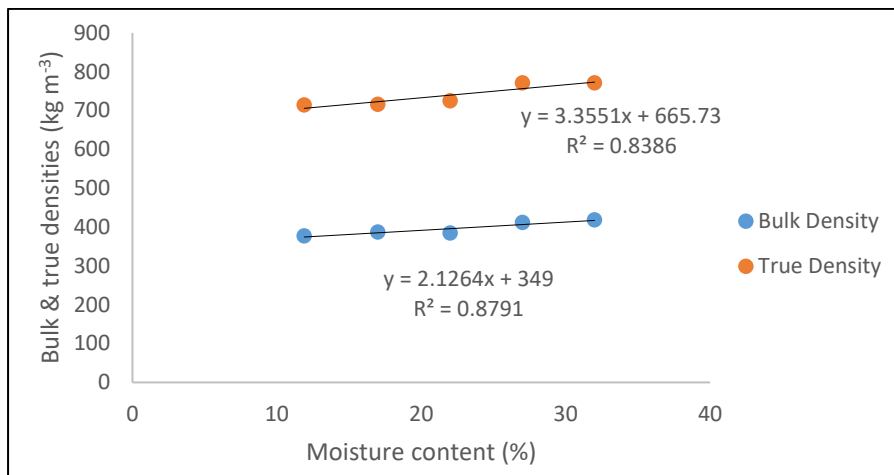


Figure 3. Bulk and true densities of *Ackee* apple seeds as affected by moisture content

Porosity

Porosity for *ackee* apple seeds reduced as seed moisture increased (Table 3) but was not statistically significant. Porosity of a grain bulk material is the ratio of voids (i.e the pore spaces) in it to the space it occupies. It implies that porosity will reveal the magnitude of pores in a grain bulk. In addition, at high moisture content when the seeds are wet on their surfaces, the water film partially fills the pores thereby reducing porosity. This research considered working at high moisture content because of seed washing in water, being part of the processing of the seeds. Porosity is important in packaging of the seeds and affects airflow through seed bulk and the free flow of hot air during drying. Decrease in porosity for ackee seeds with increasing moisture will resist aeration, prolong the drying process, and require more power from the dryer. Igbozulike and Aremu (2009), Sobukola and Onwuka (2010), and Jaiyeoba *et.al.* (2020) reported decrease in porosity for Melon seeds, Locust bean (*Parkia filicoidea*) seeds and Nutmeg seeds respectively.

Revealed in equation 9 is the relationship between ackee seeds' moisture to their porosity.

$$\varepsilon = -1923.2x^3 + 1256.7x^2 - 262.24x + 63.809 \quad R^2 = 0.8373 \quad (9)$$

where ε = porosity and x = moisture content

CONCLUSION

1. Physical and gravimetric properties of Ackee seeds were determined relative to increased seed moisture.
2. To predict the behavioral pattern of *Ackee* apple seeds under moisture influence, regression equations were generated.
3. The developed baseline data required for equipment and machine design is a proof that mechanization of ackee apple seeds' handling and processing is possible.
4. Appropriate and safe handling techniques for Ackee apple seed can be developed through the knowledge of the relationship between the properties and its moisture content as revealed by the regression models.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST

On behalf of my co-author, I declare that we have no conflict of interest.

CREDIT AUTHORSHIP CONTRIBUTION STATEMENT

Olajide Ayodele Sadiku: The collection and preparation of samples; data analysis and interpretation; final editing of the manuscript.

David Omogunsoye: Performing the experiments; data analysis and interpretation; and writing the first draft of the manuscript.

REFERENCES

- Abubakar MS and Benjamin IA (2019). Determination of selected engineering properties of *Moringa oleifera* seed. *Food Research* 3 (2): 96-101.
- Andrejko D and Kaminska A (2005). Selected properties of yellow lupine seeds formed by hydration. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*. 8 (4): 82-88.
- ASAE (1999). Moisture measurement – unground grain and seeds. *American Society of Agricultural Engineers*. ASAE S352.2 St. Joseph. Michigan (1997) revised version.
- Aviara NA Ekaso JS and Nwanja OU (2019). Effect of moisture content on some engineering properties of African Mahogany (*Azalia africana*) seed. *Arid Zone Journal of Engineering, Technology & Environment*. 15 (3):534-553.
- Bajpai A, Kumar Y, Singh H, Prabhakar PK and Meghwal M (2020). Effect of moisture content on the engineering properties of Jamun (*Syzgium cumini*) seed. *Journal of Food Process Engineering*, 43 (2), 1–8.
- Bello OS, Auta M and Ayodele OB (2012). Ackee apple (*Blighia sapida*) seeds: a novel adsorbent for the removal of Congo Red dye from aqueous solutions. *Chemistry and Ecology*. 29 (1): 58-71.
- Davies RM (2010). Some physical properties of arigo seeds. *International Agrophysics*, 24 (1): 89- 92.
- Davies, RM and Mohammed, US (2014). Moisture-Dependent Engineering Properties of *Forastero* Cocoa Bean Seeds, *International Journal of Engineering & Technology Sciences (IJETS)* 2 (1): 35-46.
- Ekue MRM, Gailing O, Finkeldey R and Eyog-Matig O (2009). *Indigenous knowledge, traditional management and genetic diversity of the endogenous agroforestry species Ackee (Blighia sapida) in Benin*. ISHS Acta Horticulturae 806: International symposium on underutilized plants for food security, nutrition, income and sustainable development, pp. 655 – 661.
- Garnayak DK, Pradhan RC, Nalk SN and Bhatnagar N (2008). Moisture- dependent physical properties of Jatropa seed. *Industrial Crops Products*, 27:127-129.
- Ghodki M and Goswami TK (2016). Effect of moisture on physical and mechanical properties of cassia. *Cogent Food and Agriculture*, 2 (1): 1-11.

- Igbozulike AO and Aremu AK (2009). Moisture dependent physical properties of *Garcinia cola* seeds. *Journal of Agricultural Technology*, 5 (2): 239-248.
- Jaiyeoba KF, Ogunlade CA, Kwanaki OS and Fadele OK (2020). Moisture dependent physical properties of nutmeg (*Myristica fragrans*) relevant for design of processing machines. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 39 (12): 74-85.
- Keay RWJ (1989). Trees of Nigeria. A revised version of Nigerian trees (1960, 1964) Clarendon press, Oxford, United Kingdom, 476 pp.
- Kumar MM, Prasad K, Chandra TS and Debnath S (2018). Evaluation of physical properties and hydration kinetics of red lentil (*Lens culinaris*) at different processed levels and soaking temperatures. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17 (3), 330–338.
- Malik MA and Saini CS (2016). Engineering properties of sunflower seed: Effect of dehulling and moisture content. *Cogent Food and Agriculture*, 2 (1): 1-11.
- Milani E, Seyed M, Razavi A, Koocheki A, Nikzadeh V, Vahedi N, MoeinFard M and GholamhosseinPour A (2007). Moisture dependent physical properties of cucurbit seeds. *International Agrophysics*. 2 (1): 157-168.
- Ofori H, Amoah F, Arah K, Isaac A, Isaac A and Okley N (2019). Moisture-dependent physical properties of *Opeaburoo* and *Abontem* maize varieties during drying. *African Journal of Food Science*. 13 (8): 152-162.
- Omobuwajo TO, Sanni LA and Olajide JO (2000). Physical properties of ackee apple (*Blighia sapida*) seeds. *Journal of Food Engineering*. 45 (1): 43-48.
- Omosuli SV (2014). Physicochemical properties and fatty acid composition of oil extracted from akee apple (*Blighia sapida*) seeds. *Journal of Food and Dairy Technology*. 2 (1): 5-8.
- Onuekwusi EC, Akanya HO and Evans EC (2014). Phytochemical constituents of seeds of ripe and unripe *blighia sapida* (K. Koenig) and physicochemical properties of the seed oil. *International Journal of Pharmaceutical Science Invention* 3 (9): 31-40.
- Oyerinde AS, Oladimeji ST, Akinyele OA, Ezenwogene RC, Fadele NT and Ate JT (2020). Physical properties of the selected varieties of melon (*Citrullus lanatus*). *New York Science Journal*, 13 (5): 59-65.
- Sobukola OP and Onwuka VI (2010). Effect of moisture content on some physical properties of locust bean seed (*Parkia fillicoides* L.). *Journal of Food Process Engineering*, 10: 14-20.
- Unal H, Alpsay HC and Ayhan A (2013). Effect of the moisture content on the physical properties of bitter gourd seed. *International Agrophysics*. 27: 455-461.
- Zewdu AD and Solomon WK (2007). Moisture dependent physical properties of Tef seeds. *Biosystems Engineering* (2007) 96 (1): 57–63.



Meyve Kurutma Yöntemlerine Göre Tüketici Tercihleri: Sunburst Çeşidi Mandalina Örneği

Esra KAPLAN^{1a*} Muhammed TAŞOVA^{1b} Hayriye Sibel GÜLSE BAL^{1a}

^aTarım Ekonomisi Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tasliciftlik, Tokat, TÜRKİYE

^bBiyosistem Mühendisliği Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tasliciftlik, Tokat, TÜRKİYE

(*): Sorumlu yazar, esra.gurel@gop.edu.tr; Tel: +90-356-2521616. Fax: +90-356-2521488

ÖZET

Bu çalışmanın materyalini mandalina meyvesi oluşturmaktadır. Çalışmanın ilk aşamasında laboratuvar ortamında farklı şartlarda kurutulmuş 6 örnek incelenmiştir. İkinci aşamada 6 örnek için tüketici beğenisi test edilmiştir. Son olarak anketlerle katılımcıların tattıkları kurutulmuş mandalinalar ve diğer kuru meyvelerle ilgili tüketim tercihi, alışkanlıkları ve davranışları değerlendirilmiştir. Çalışmada kurutma işlemleri, tadım testleri ve anketler Tokat Gaziosmanpaşa üniversitesi Ziraat Fakültesinde yürütülmüştür. Çalışmanın kurutma işlemleri sonucunda, kurutma öncesi uygulanan mikrodalga ön işleminin kuruma süresini ve renk değerlerini önemli seviyede ($p<0.05$) etkilediği tespit edilmiştir. En uzun kuruma süresi 52 saat ile mikrodalga ön işlemi uygulandıktan sonra 55°C sıcaklıkta yapılan kurutma işlemidir. En kısa süren kurutma işlemi ise 15 saat ile ön işlem uygulanmadan 75°C sıcaklıkta kurutulan örneklerde bulunmuştur. Kurutulan mandalina örnekleri aroma ve toplam renk değişimleri açısından tazesıyla kıyaslandığında en uygun yöntemin mikrodalga ön işlemi uygulandıktan sonra 75°C sıcaklıkta yapılan kurutma işlemi olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların tamamı kurtulmuş meyveleri; çerez, çay ve kahvenin yanında atıştırmalık, komposto vb. şekillerde tüketmektedir. Testlerde katılımcıların %67.50'si mandalina kurusunun tadını, rengini ve görünümünü beğenmiş; %32.50'lik kısmı ise bu tadı beğenmemiştir. Bu ürünü beğenenlerin %67.50'si daha sonra da atıştırmalık, çerez ve çayını yaparak tatlılarda aroma verici olarak kullanabileceklerini belirtmişlerdir. Kurutulmuş mandalinaların beğenisinde cinsiyetin ve sigara kullanımının önemli fark yarattığı görülmüştür.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 31.08.2020

Kabul tarihi: 22.10.2020

Anahtar Kelimeler:

- Mandalina,
- Kuru meyve,
- Tüketim alışkanlıkları,
- Kurutma işlemi,
- Mikrodalga

Alıntı için: Kaplan E, Taşova M, Bal H S G, (2020). Meyve Kurutma Yöntemlerine Göre Tüketici Tercihleri: Sunburst Çeşidi Mandalina Örneği. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 425-440. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.016>

Consumer Preferences According to Fruit Drying Methods: Sunburst Type Mandarin Example

ABSTRACT

The material of this study is tangerine fruit. In the first stage of the study, 6 samples were prepared under different conditions in the laboratory environment. In the second stage the required taste for 6 samples was tested. Finally, the questionnaires' consumption preferences habits and behaviors related to the economic tangerines and other dried fruits were evaluated by the questionnaires. It is required at Tokat Gaziosmanpasa University Faculty of Agriculture. It tries to determine the drying necessity of the study pre-drying technology, the drying profile and color values of the study significantly ($p < 0.05$). The longest drying time is the drying process carried out at 55°C after microwave pretreatment with 52 hours. The shortest drying process was found in samples dried at 75°C without pretreatment for 15 hours. When the dried mandarin samples are compared with the freshness in terms of aroma and total color changes, it was found that the most suitable method is the drying process at 75°C after microwave pretreatment. All of the participants were prepared to get rid of the dried fruits, snacks, tea, coffee, snacks, compotes etc. consumes in ways. In the tests 67.50% of the participants liked the taste color and appearance of the tangerine dry while 32.50% did not like this taste 67.50% of those who liked this product later stated that they can use it as a flavoring agent in desserts by making snacks, cookies and tea. It was seen that gender and smoking make an important difference in the taste of dried tangerines.

RESEARCH ARTICLE

Received: 31.08.2020

Accepted: 22.10.2020

Keywords:

- Tangerine,
- Dried fruit,
- Consumption habits,
- Drying process,
- Microwave

To cite: Kaplan E, Taşova M, Bal H S G, (2020). Consumer Preferences According to Fruit Drying Methods: Sunburst Type Mandarin Example. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER),1(2): 425-440.
<https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.016>

GİRİŞ

Mandalina (*Citrus reticulata*) ılıman iklimde yetişmekte olan turuncgiller (Rutaceae) familyasına ait bir meyve türüdür. Turuncu, sarı renklerde olan mandalina; etli ve sulu bir yapıya sahiptir. Kurutulmuş mandalina, mandalınanın özel fırınlarda kurutulmuş şeklidir. Üretimini yaptığımız kuru mandalina satış çeşidi sadece dilimli kurutma şeklindedir ve özel sipariş ile üretilmektedir (Anonim, 2018).

Mandalina kuru, taze ürünün gerekli ön işlemlerden geçirilerek kurutulması ile üretilmiştir. Kurutma esnasında kurutulan ürünlerdeki özsu buharlaşması ile ürünün özü kalır ve doğal mandalina kuru içindeki besin değerleri, vitaminler, etken maddeler, taze doğal haline oranla çok artmıştır. Bu nedenle aynı miktar taze mandalina tüketmek ile mandalina kuru tüketmek arasında besin değerleri açısından çok farklılık vardır ama faydalar kıyaslandığında ise istisnai durumlar haricinde doğal taze mandalina neye iyi geliyorsa mandalina kuru aynı konuda faydalı olduğu söylenmektedir (Anonim, 2019).

Tarımsal meyve ve sebzeler yaklaşık %75-95 bir nem seviyesine sahiptirler. Bu yüksek nem içeriği ürünlerin uzun süre taze olarak saklanmadan kısa süre içerisinde

bozulmasına neden olmaktadır. Bu durumu engellemek veya tamamen ortadan kaldırmak için eskiden beri uygulanan kurutma işlemi ile ürünlerin bünyelerinde barındırdıkları serbest nemin ekonomik olarak bozulmadan depolanabileceği bir nem aralığına düşürülmesi gereklidir (Doymaz, 2011; Ghanbarian ve ark., 2019). Ürünlerin kurutulması için birçok yöntem uygulanmaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı açıkta (güneş-gölge) kurutma işlemidir. Ancak bu yöntemde hava sıcaklığının kontrol edilememesi uzun kuruma süresi ve temiz olmayan son ürün gibi bazı olumsuz durumlar mevcuttur. Bu sebeple yapay kurutucuların kullanılmasıyla belirtilen olumsuz durumlar ortadan kaldırılmış ve daha az kalite kayıpları oluşturulmuştur. Gıda alanının birçok aşamasında kullanılan mikrodalga ışınlar hijyen ve kalite gibi konularda önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Gıda, ilaç, kozmetik başta olmak üzere birçok alanda kullanılan mandalina Türkiye’de daha çok taze ve kurutulduktan sonra meyve şeklinde tüketilmektedir.

Türkiye’nin ilk ihracatçı sektörlerinden olan kuru meyve sektörü ülke tarımsal üretiminin güçlü alanlarından olan yaş meyve sebze üretimine bağlı olarak önemli bir üretim ve ihracat alanıdır. Tamamı yerli girdilere dayalı üretim yapısı ile Türkiye’ye önemli miktarlarda döviz kazandırmaktadır. Kuru meyve üretimi özellikle yaş üretimin gerçekleştiği batı ve güney bölgelerinde önemli bir gelir ve istihdam alanıdır. Sektörün gelişmesi, üretimin artmasıyla beraber kaliteli ürün üretme ve ihracat yapılan ülkelerin sayısı ve niteliklerinin artırılması ile doğru orantılıdır.

Kuru meyve ürünlerinin mevcut ihracat potansiyelinin artırılması amacıyla sürdürülebilir üretimin yanı sıra uluslararası sağlık standartlarının sağlanması ürünlerin kalitesi ve rekabetçi fiyat politikalarının geliştirilmesi son derece önemlidir. Mevcut pazarlarımızda kalıcı olmak yeni pazarlara erişim ve kuru meyve ürünlerimiz öncelikli talep edilebilir ürünler olması en önemli hedefler arasındadır. Bununla birlikte 2015 yılında dünya kuru kayısı ithalatının %1.2’sine tekabül eden 4.8 Milyon \$ değerinde kuru kayısı ve 8 Milyon \$ kuru üzüm ithalatı gerçekleşmiştir (Anonim, 2018).

2015 yılında kuru meyve ihracatı Türkiye genelinde bir önceki yıla göre miktar bazında %5’lik düşüşle 412.099 ton değer bazında %8 düşüşle 1.3 Milyar \$ olarak gerçekleşmiştir. 2015 yılı kuru meyve ihracatımız ürün grupları bazında incelendiğinde çekirdeksiz kuru üzümün en önemli ihraç ürünümüz olduğu ve miktar bazında %54 değer bazında ise %32’lik bir paya sahip olduğu görülmektedir. Çekirdeksiz kuru üzümü sırasıyla miktarda %16 değerinde %23 pay sahibi olan kuru kayısı ve miktarda %15 değerinde %17 pay sahibi olan kuru incir izlemektedir (Anonim,2020). Türkiye kuru meyve üretimi ve uluslararası ticaretinde en önemli ülkelerden biridir. Türkiye’nin ihraç ettiği en önemli ürünler; kuru üzüm, kuru kayısı, kuru incir ve sert kabuklu meyvelerdir.

Türkiye’nin geleneksel ihraç kalemlerinden kuru incir kuru üzüm ve kuru kayısıdan 2019 sezonunda 704 milyon dolar gelir elde edilmiştir (Anonim, 2020). Son zamanlarda sürdürülebilir sağlıklı ve güvenli beslenmenin gerekliliğini hem diyetisyenler hem de medya sürekli vurgulamaktadırlar. Bu bağlamda ürünlerinin kaybetmeden nasıl muhafaza edilir tartışmaları ortaya çıkmaktadır. Ürünleri kurutma yöntemi yıllar itibariyle gelenekselliğin devamı niteliğinde minimum düzeyde de olsa sürekliliğini sağlamaktadır. Bu çalışmada kurutulmuş meyveler ile ilgili sorularak mandalina kurusunun değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda tüketicilerin kurutulmuş meyve tüketim tercihleri ve satın alma davranışları ortaya konulmuştur.

Literatürde gıda konusunda tüketici taleplerinin belirlenmesiyle ilgili Bektaş ve ark. (2010), Taşkın ve ark. (2020) vb. birçok çalışma mevcuttur. Ancak laboratuvar ortamında kurutulan mandalina meyvesinin tüketici tercihlerinin belirlenmesi konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmanın bu yönüyle de özgünlüğünü ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada mikrodalga ön işlemin (180 W-30 saniye) ve 55, 65 ve 75°C kurutma sıcaklıklarının mandalananın görsel test (renk, tat, koku vb.) değerlerine etkisi anket bulguları, laboratuvar ortamında tespit edilen renk kalite değerleriyle kıyaslanarak ve tüketicilerin tadım testleri ve beğenileriyle en uygun kurutma işleminin belirlenmesi ve bulguların literatüre kazandırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama kurutma işlemi olup burada ön işlem uygulanmış ve uygulanmamış olarak etüv kurutucuda 55, 65 ve 75°C sıcaklıklarda kurutulmuştur. Ön işlem olarak ise mandalina meyveleri mikrodalga fırında 180 W güç değerinde 30 saniye bekletilme işlemi uygulanmıştır. Ön işlemdeki amaç kurutulan materyalin kuruma kinetiği iyileştirmek ve/veya kalite değerlerinden en aza kayıpların meydana gelmesi için yapılmaktadır. İkinci aşamada farklı yöntemler kullanarak elde edilen kurutulmuş mandalina örnekleri deneklere tattırılmıştır. Son aşamada ise Araştırmaya katılan deneklere hem kurutulmuş mandalina ile ilgili düşünceleri hem de genel kuru meyve tüketimlerine ilişkin soruların yer aldığı anket uygulanmıştır. Çalışmada *Etik Kurul Kararı* alınmıştır. Tüm bu aşamalara ilişkin kullanılan metotlar aşağıda verilmiştir.

Kurutma materyali

Çalışma iki yönlü yürütülmüştür. İlk olarak çalışmada kullanılan Sunburst çeşidi mandalina meyvesi Tokat ilinde bulunan yerel bir marketten satın alınmıştır. Meyveler Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi kurutma laboratuvarına getirilerek çalışmaya başlanıldığı ana kadar $+4\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta buzdolabında saklanmıştır.

İlk nem içeriğinin belirlenmesi

Mandalina örneklerinin başlangıç nem içeriğinin belirlenmesi için ortalama 50 ± 2 g yaş meyve kullanılarak 70°C sabit sıcaklığa ayarlanmış etüvde ağırlık değişimi sabitlenene kadar bekletilmiştir. Ağırlık değişimini izlemek için belirli aralıklarda örnekler kurutucudan çıkartılarak ağırlıkları tartılmıştır (Abuska ve Doğan, 2010).

Ön işlem

Kurutulacak mandalina örneklerinin tüketici taleplerine, kuruma kinetiği ve renk değerlerine etkisinin belirlenmesi için kurutma işlemi öncesinde mikrodalga fırında 180 W güç değerinde 30 saniye süresince bekletilmiştir.

Kurutma işlemleri

Mandalina örneklerinin kurutulması için literatürde de yaygın olarak kullanılan 55, 65 ve 75°C sıcaklık değerleri seçilmiştir. Kurutma işlemlerinde ürünün başlangıç nem içeriği yaş baza göre %10-15 düşene kadar belirli süre aralıklarında kurutucudan çıkartılarak 0.01 g hassasiyetli terazi ile ağırlıkları tartılmıştır.

İstatistiksel analiz

Kurutulmuş mandalina örneklerine ait renk değerlerine kurutma işlemlerinin etkisini belirlemek ve tazeleriyle aralarında istatistiksel açıdan önemli bir farklılığının olup olmadığını tespit etmek için SPSS 17 programında One-Way ANOVA testi ($p < 0.05$) yapılmıştır.

Anket uygulaması

Çalışmanın kurutma ile ilgili aşamaları gibi tüketici değerlendirmeleri aşaması da Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesinde yürütülmüştür. Elde edilen kuru mandalina örneklerinin tadım testleri ve anketler için Ziraat Fakültesindeki 80 akademik personelin 40'ı araştırmaya dahil edilmiştir. İlk olarak iki farklı kurutma yöntemi ile kurutulan mandalina örnekleri deneklere tattırılmış ve kurutulmuş örneklerin tat, lezzet, renk, görünüm ve sertliklerine ilişkin değerlendirmeleri alınmıştır. Daha sonra kurutulmuş mandalina ve diğer kurutulmuş gıdalarla ilgili tüketim ve davranışlarını değerlendirmeye yönelik anketler yapılmıştır. Anket formunda deneklerin kurutulmuş mandalina ile ilgili beğenilerini bu ürünün sonraki zamanlarda tüketimine yönelik düşüncelerini ve alternatif tüketilebilme olanaklarına yönelik düşünceleri ile genel olarak kurutulmuş gıda tüketimlerine ilişkin davranışlarını ölçecek sorular yer almıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Mandalina meyvesinin kuruma performansı

Kurutma materyalinin ilke nem içeriği %86.66 (7.95 kuru baz) olarak belirlenmiştir. Akdaş ve Başlar (2014) çalışmalarında mandalina meyvesinin ilk nem içeriğinin %89.89 olarak belirlediğini ifade etmişler. Yaş baza göre tespit edilen bu ilk nem değeri yapılan tüm kurutma işlemlerinde %10-15 aralığına kadar düşürülmüştür. Therdthai ve ark. (2011) yaptıkları mandalina kurutma çalışmalarında ürünün kuru baza göre ürünün nem içeriği 8.41 g su g⁻¹ kuru madde olarak belirlenmiş ve ürünlerin son nem içeriğini 0.84-1.13 g su g⁻¹ kuru madde aralığına kadar kurutmuşlar. Kurutma sıcaklıklarında belirlenen meyvelere ait ortalama kuruma süreleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kurutulan mandalananın ortalama son kuruma değerleri

Table 1. Average final drying values of dried tangerine

Kurutma sıcaklığı	Nem değeri (y.b.)	Kuruma süresi (saat)
55°C	13.05	48
65°C	11.98	28
75°C	12.59	15
MW-55°C	14.01	52
MW-65°C	12.88	34
MW-75°C	11.77	23

Çizelge 1'e göre mikrodalga ön işlemin ve kurutma sıcaklıklarının mandalananın kuruma süresi ve son nem değerlerini önemli seviyede etkilediği belirlenmiştir. Son nem değerine ulaşma açısından en uzun mikrodalga ön işlemleri uygulandıktan sonra 55°C sıcaklıkta yapılan kurutma işleminde tespit edilmiştir. En kısa kuruma süresi ise

ön işlem uygulanmadan 75°C sıcaklıkta yapılan kurutma işleminde bulunmuştur. Kurutma işlemlerinde uygulanan mikrodalga ön işlemi kurutma materyallerinde basınç farkı oluşturarak ürünün dokusunu yumuşatmakta ve nem difüzyonun hızlanmasına neden olmaktadır. Ancak bu çalışmada mandalina meyvesi için uygulandığında tüm tekerrürlerde kuruma süresini uzattığı görülmüştür. Bu durum mikrodalga enerjisinin mandalina meyvesinde oluşturduğu basınç farkından dolayı kabuğun meyve etinden ayrılmasına ve bir boşluk oluşturmasına neden olmuştur. Bu da meyveye pufllu bir özellik kazandırmasının yanında ısı enerjisinin bir kısmı meyve etinden kabuğa taşınırken aradaki boşluktan dolayı yalıtıma uğradığı ve bundan dolayı da toplam kuruma süresinin mikrodalga ön işlemi uygulanmamış örneklerle göre daha uzun olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bununla beraber kurutma havasının sıcaklığının artmasıyla da kuruma sürelerinin önemli oranda azaldığı görülmüştür. Polatçı ve Taşova (2020) yaptıkları portakal meyvesi kurutma çalışmasında, uygulanan sıcaklık değerinin artmasıyla kuruma süresinin azaldığını ve düşük olan sıcaklık (55°C) değerine göre 65 ve 75°C sıcaklıklarında kuruma süreleri sırasıyla %61.54 ve % 83.33 oranlarında azalmıştır. Wang ve ark. (2018) çalışmalarında 60, 65, 70 ve 75°C sıcaklıklarda yaptıkları limon kurutmasında kurutma sıcaklığın kalite ve kuruma kinetiği konusunda önemli etkisinin olduğu belirtmişler. Mandalina dilimlerinin renk değerlerine etkisi Çizelge 2’de verilmiştir.

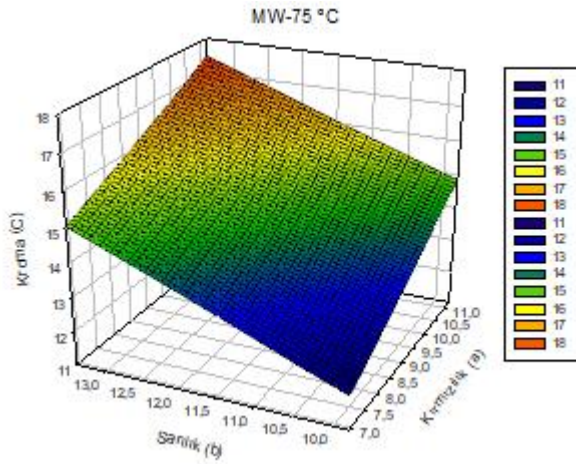
Çizelge 2. Belirlenen renk değerleri

Table 2. Determined color values

Kurutma şartları	L (parlaklık)	a (kırmızılık)	b (sarılık)	C (kroma)	ΔE (renk değişimi)
Taze	38.46b	6.05bc	13.40a	14.71a	-
55°C	38.16b	3.97d	8.50c	9.43bc	5.79a
65°C	36.56bc	7.29b	7.96c	10.89b	7.53a
75°C	35.11c	5.31cd	7.13cd	9.02c	7.68a
MW-55°C	37.11bc	4.57cd	7.93c	9.26bc	7.21a
MW-65°C	37.03bc	5.74c	6.28d	8.59c	7.82a
MW-75°C	42.27a	9.67a	11.92b	15.40a	6.79a

Çizelge 2’ye göre mikrodalga ön işlemi ile kurutma sıcaklıklarının taze mandalina örnekleri için belirlenen renk değerlerine olan etkileri istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur. Mandalina meyvesi renk açısından daha kritik bir öneme sahip olan kırmızılık (a) ve sarılık (b) parametreleri kalite indikatörü bakımından önemli olduğu düşünülmüştür. Taze mandalina örnekleri kırmızılık değeri açısından kurutulmuş örneklerle kıyaslandığında mikrodalga ön işlemi uygulandıktan sonra 65°C sıcaklıkta yapılan kurutma yöntemi ve ön işlem uygulanmadan 65°C sıcaklıkta yapılan kurutma yönteminin daha uygun ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Sarılık değeri açısından yine aynı şekilde kıyaslama yapıldığında mikrodalga ön işlemi uygulandıktan sonra 75°C sıcaklıkta yapılan kurutma yönteminin daha uygun ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur. Tüketici ve pazar değerleri açısından daha net bilgi sunan kroma ve toplam renk değişim parametreleri de renk kalitesi hakkında önemlidir. Kroma değeri açısından kurutulan meyveler tazeyle kıyaslandığında mikrodalga ön işlemi uygulandıktan sonra 75°C sıcaklıkta yapılan kurutma yönteminin daha uygun ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde toplam renk değişim parametresi açısından kıyaslandığında ise istatistiksel açıdan önemli bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Çalışma kapsamında mikrodalga ön işlemi uygulanmış mandalina örneklerinin renk kalite değerlerinin korunmasında önemli etkisinin olduğu bulunmuştur. Belirtilen renk

parametreleri ve kuruma süreleri ışığında mandalina meyvesinin mikrodalga ön işlemleri uygulandıktan sonra 75°C sıcaklık değerinde kurutulmasının daha uygun bir yöntem olduğu tespit edilmiştir. Akdaş ve Başlar (2014) çalışmalarında normal ve vakumlu fırınlarda 55, 65 ve 75°C sıcaklıkların mandalina meyvesinin bazı fitokimyasal ve renk parametrelerine olan etkisini araştırmışlar. Örnekler kırmızılık değeri açısından kıyaslandığında vakum fırında 65 ve 75°C sıcaklıklarda yapılan kurutma yönteminin daha uygun olduğunu belirtmişler. Yine aynı çalışmada kurutulmuş örnekler sarılık ve toplam renk değişim değerleri açısından tazelerine göre kıyaslandığında ise sırasıyla vakum fırında 75°C ve normal fırında 75°C sıcaklık değerlerinde yapılan kurutma işlemlerinin daha uygun olduğu belirlenmiştir. Orikasa ve ark. (2014) yaptıkları çalışmalarında belirlenen bulguları destekler nitelikte benzer sonuçlar tespit etmişler. İncelenen çalışmaların birçoğunda mandalina meyvesinin yüksek sıcaklıklarda kurutulması durumunda renk kalitesi açısından daha iyi sonuçlar alındığı görülmektedir. Kurutulmuş mandalina örnekleri için belirlenen en uygun kurutma sıcaklığında elde edilen parametre değerleri Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. En uygun kurutma yöntemi ve değerleri
Figure 1. Optimal drying method and values

Şekil 1’de kurutulmuş Sunburst çeşidi mandalina meyvesine ait belirlenen en uygun kırmızılık, sarılık ve kroma renk değerleri verilmiştir. Ölçülen ve hesaplanan her değere karşılık gelen renk bulguları görülebilmektedir.

Kurutulmuş mandalina ve kurutulmuş gıdalara yönelik tüketici düşünce ve davranışları

Bu bölümde araştırmaya katılan deneklerin tattıkları kurutulmuş mandalina ve diğer kurutulmuş gıdaların tüketimine ilişkin düşünce ve davranışları ile ilgili araştırma bulguları verilmiştir. Araştırmaya katılanların %40’ı erkek %60’ı ise kadınlardan oluşmaktadır. Önemli çoğunluk (%75’i) evlidir. Test ve anketler akademik personelle yürütüldüğü için katılımcıların tamamı lisansüstü eğitime sahiptir. Ortalama yaş 39.58 ve ailedeki ortalama birey sayısı ise 3.18’dir. Ortalama aylık gelirin 8 185 TL ortalama aylık harcamanın 7 062.5 TL ve ortalama aylık gıda harcamasının 1 597.5 TL olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmaya katılan tüketicilerin tamamı herhangi bir kurutulmuş meyveyi bir şekilde tüketmektedir. Bu bağlamda tüketicilerin kurutulmuş meyve tüketim şekilleri hangi amaçla veya nasıl tükettikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Tüketicilerin %42.5’i çayın kahvenin yanında atıştırılabilir olarak %22.5’i komposto olarak tükettiklerini ifade etmişlerdir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Tüketicilerin kuru meyveyi tüketme şekilleri

Table 3. Types of consumers to consume dried fruit

	F	%
Pastalarda tatlandırmak amaçlı	2	5.0
İçecek olarak (çay vs.)	14	35.0
Komposto olarak	9	22.5
Çayın kahvenin yanında	17	42.5
Direk kuru meyve çerez olarak	36	90.0

*Birden fazla şık işaretlenmiştir.

Tüketicilerin %67.5’i kuru meyveleri sevdiklerini, %65’i doğal ve sağlıklı tatlı ihtiyacını karşılamak ve %45’i çocuklarına doğal cips gibi tükettiklerini, %25’i ise kültür ve alışkanlık olarak belirtmişlerdir (Çizelge 4). Türkiye’de bazılarının üretiminde de dünya lideri olduğu incir, üzüm, fındık, fıstık, badem, elma, vişne, erik gibi meyveler direk kuruyemiş olarak veya komposto şeklinde kültürün bir parçası olarak ve sevilerek tüketilmektedir. Bu yaşanan coğrafyanın meyve çeşitliliğinin ve doğal güneşinin doğal sonucu olarak kazanılmış bir kültür ve alışkanlıktır. Anadolu’da yüzyıllardır hasat edilen meyveler ziyan edilmeden kurutulmuş kış için güvenli besin değeri yüksek gıda olarak tüketilmektedir. Araştırma sonuçları da bu yılların alışkanlığını destekler şekildedir.

Çizelge 4. Tüketicilerin kuru meyveyi tüketme nedenleri

Table 4. Reasons for consumers to consume dried fruit

	F	%
Kültür ve alışkanlıklar	10	25.0
Doğal ve sağlıklı tatlı ihtiyacını karşılaması	26	65.0
Kuru meyveleri seviyorum	27	67.5
İçeceklere aroma katması	7	17.5
Tatlandırıcı olarak kullanıyorum (hurma kayısı vs.)	8	20.0
Çocuklarıma doğal cips gibi tükettiriyorum	18	45.0

*Birden fazla şık işaretlenmiştir.

Ayrıca son dönemlerde güvenli atıştırılabilir arayan anneler piyasaya modern kurutma teknikleri kullanılarak paketlenmiş şekilde sunulan ve meyve cipsi olarak adlandırılan kuru meyvelere yönelmişlerdir. Yine araştırma sonuçları bu durumu desteklemektedir. Tüketicilerin %45’i çocukları için bunu tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Tüketicilerin %67.5’i satın aldıkları kurutulmuş meyvenin kaynağını önemsemekte ve sorgulamaktadır. Buda Türkiye’de bu konuda tarladan sofraya kadar olan gıda güvenliği zincirinde yaşanan olumsuz örneklerden kaynaklanmaktadır. Gıda işleme sektörlerinin birçoğunda olduğu gibi kurutulmuş gıda sektöründe de gıda güvenliği sorunları sıklıkla yaşanmaktadır.

Tüketicilerin kurutulmuş meyveleri tüketme sıklığı Çizelge 3'te verilmiştir. Tüketicilerin yarısından fazlası kuru meyveyi sürekli ve sıklıkla tükettiklerini %37.5'i de bazen tükettiklerini belirtmişlerdir (Çizelge 5). Sonuç olarak daha önce de belirtildiği gibi Türkiye'de kurutulmuş meyvelerin tüketimi geleneksel ve kültürel bir alışkanlıktır ve son zamanlardaki güvenli gıda arayışları da bu ürünlerin tüketimini hızlandırmıştır.

Çizelge 5. Tüketicilerin kuru meyveyi tüketme sıklığı

Table 5. Frequency of consumers consuming dried fruit

	F	%
Nadiren	3	7.5
Bazen	15	37.5
Sık	20	50.0
Sürekli	2	5.0
Toplam	40	100.0

Tüketicilerin %77.5'i kuru meyveyi aktardan, %50'si ise ev alışverişini yaparken marketten aldıklarını ve %12.5'i evinde kendi imkanları ile kurutma yapıp tükettiklerini belirtmişlerdir (Çizelge 6). Tüketicilerin tamamı internetten, pazardan ve bakkaldan satın almadıklarını bunun sebebinin ise söz konusu yerlerin güvenli ve sağlıklı olmadığından dolayı satın almadıklarını belirtmişlerdir.

Çizelge 6. Tüketicilerin kuru meyveyi satın alma yeri

Table 6. Where consumers buy dried fruit

	F	%
Aktar	31	77.5
Market	20	50.0
Kendi imkanlarımla evde kurutma yapıyorum	5	12.5

*Birden fazla şık işaretlenmiştir.

Tüketicilerin %67.5'inin kuru meyvede marka tercihi yoktur. %32.5 ise belli markaları tükettiğini belirtmişlerdir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Kuru meyvede marka tercihi

Table 7. Brand preference for dried fruit

	F	%
Evet	13	32.5
Hayır	27	67.5
Toplam	40	100.0

Tüketicilerin kuru meyve tüketirken aradıkları kriterler Çizelge 6'da görülmektedir. Tüketiciler kuru meyveyi satın alırken sırasıyla en çok lezzetine (%52.5) renk ve kalitesine (%47.5) markasına (%37.5) menşesine (%27.5) ve en az ise fiyatına (%22.5) dikkat ettikleri sonuçları elde edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Tüketicilerin kuru meyve satın alırken aradıkları özellikler**Table 8.** What consumers look for when purchasing dried fruit

	F	%
Fiyat	9	22.5
Marka	15	37.5
Lezzet	21	52.5
Renk ve kalite	19	47.5
Menşesine	11	27.5

*Birden fazla şık işaretlenmiştir.

Tüketiciler için kurutulmuş meyve satın alırken hangi faktörlerin ne derecede önemli olduğu Çizelge 9’da görülmektedir. Araştırma sonucunda tüketiciler için kuru meyve satın alırken fiyat ve markanın çok önemli olmadığı görülmüştür. Bunun dışında kuru meyve satın alırken en çok ürün kalitesi önemsenmektedir. Kalite dışında sırasıyla kurutulmuş ürünün üretim tarihi, katkısız, sağlıklı ve hijyenik olması tüketicilerin kurutulmuş meyve satın alırken en önemli gördüğü faktörlerdir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Tüketicilerin Kurutulmuş Meyve Satın Alırken Etkili Olan Faktörler**Table 9.** Factors Affecting Consumers When Buying Dried Fruit

	Önemli Değil		Biraz Önemli		Orta Derecede Önemli		Oldukça Önemli		Çok Önemli		Ortalama Puan
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	
Fiyat	5	12.5	9	22.5	15	37.5	9	22.5	2	5	2.85
Marka	6	15	6	15	14	35	12	30	2	5	2.95
Kalite	0	0	1	2.5	0	0	4	10	35	87.5	4.82
Üretim tarihi	2	5	0	0	0	0	6	15	32	80	4.65
Sağlıklı	0	0	0	0	0	0	10	25	30	75	4.75
Katkısız	0	0	0	0	0	0	10	25	30	75	4.75
Hijyen	0	0	0	0	1	2.5	11	27.5	28	70	4.67
Besin Değeri	0	0	2	5	4	10	14	35	20	50	4.30
Tat	0	0	1	2.5	5	12.5	16	40	18	45	4.25
Ambalaj	0	0	0	0	11	27.5	13	32.5	16	40	4.12
Raf ömrü	0	0	0	0	6	15	12	30	22	55	4.40

Araştırmaya katılan tüketicilerin aynı evde yaşadıklarına bakmaksızın kuru meyveleri en çok kimin tükettiği konusundaki görüşleri; %42.5’i çocukların, %45’inin annelerinin %37.5’i babalarının, %10’unun ise büyükanne ve büyükbabalarının tükettiklerini veya kullandıklarını yönündedir (Çizelge 10). Genellikle kadınların söz konusu ürünleri daha çok kullanıyor olmasında ise evdeki yeme, içme, pasta, börek vb. işlerde kuru meyvelerin kadınlar tarafından kullanılıyor olmasının etkisinin olduğu söylenebilir. Çocukların öğünleri de anneler tarafından düzenlediği için çocukların kuru meyve tüketiminde de kadınların etkisi önemlidir.

Çizelge 10. Aile bireylerine göre kuru meyve tüketimi**Table 10.** Dried fruit consumption according to family members

	F	%
Anne	18	45.0
Baba	15	37.5
Çocuklar	17	42.5
Yaşlılar (Büyükanne-Büyükbaba)	4	10.0

*Birden fazla sık işaretlenmiştir.

Tüketicilerin en fazla kuru kayısı (2.72), kuru üzüm (2.6), kuru incir (2.3) gibi sıralanırken; en az ise kuru trabzon hurması (1.35) ve vişne kuru (1.57) gelmektedir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Çeşitli kuru meyvelerin tüketim sıklığı**Table 11.** Frequency of consumption of various dried fruits

	Her Zaman		Ara sıra		Hiç		Ortalama Puan
	F	%	F	%	F	%	
Kuru üzüm	24	60.0	16	40.0	0	0	2.6
Kuru incir	14	35.0	24	60.0	2	5.0	2.3
Hurma	14	35.0	20	50.0	6	15.0	2.2
Kuru Trabzon hurması	0	0	14	35.0	26	65.0	1.35
Kuru kayısı	29	72.5	11	27.5	0	0	2.72
Portakal-mandalina turuncgil kuruları	2	5.0	17	42.5	11	27.5	1.52
Elma kuru	10	25.0	17	42.5	13	32.5	1.92
Erik kuru	15	37.5	16	40.0	9	22.5	2.15
Vişne kuru	6	15.0	11	27.5	23	57.5	1.57

Aflatoxin vb. mikrobiyal kaynaklı kanserojenik metabolitler ve bunu önlemeye yönelik katkılar tüketici sağlığını tehdit eden problemlerden en önemlileri olarak karşımıza çıkmaktadır. Araştırmaya katılan tüketicilere aflatoxin nedir biliyor musunuz diye sorulduğunda ise %85'inin evet cevabını vermiştir (Çizelge 12). Bu konu kurutulmuş sebze meyvelerin güvenle tüketilmesi için tüketicilerin dikkat etmesi gereken en önemli konulardan birisidir.

Çizelge 12. Aflotoksin nedir. Biliyor musunuz?**Table 12.** What is aflatoxin. Do you know?

	F	%
Evet	34	85.0
Hayır	6	15.0
Toplam	40	100.0

Ankete katılan tüketiciler hem gıda ve tarım sektörü içinde yer almaları hem de eğitim seviyesinin yüksekliği sebebiyle gıda güvenliği algısı ve bilgileri tamdır. Tüketicilerin satın alınan kuru meyvelerde sırasıyla en fazla ilaç kalıntısı olmamasına (3 puan), kaynağına (yerel çeşitlerin ve özel tatların kurutulmuş olması) (2.75 puan), saklama koşullarına (2.75 puan), ambalajlama kalitesi ve teknolojisine (2.65 puan),

kurutma teknolojisine (2.37 puan) dikkat ettikleri sonuçlar arasındadır (Çizelge 13). Türkiye tek bir bölgesinde bile bir meyvenin onlarca çeşidi yetişebilen özel bir coğrafyadır. Tüketiciler bu yerel çeşitleri ve özel tatları özellikle aramaktadır. Bu sebeple bu tatların korunması ve tüketicisine güvenle ulaştırılması tüketici sağlığı ve memnuniyeti kadar ülke tarımı ve ekonomisi açısından da önemlidir.

Çizelge 13. Satın alınan kuru meyvelerde dikkat edilen özellikleri

Table 13. The most important expectations of consumers for the dried fruits you buy

	Önemli		Farketmez		Önemsiz		Ortalama Puan
	F	%	F	%	F	%	
İlaç kalıntısı olmaması	40	100	0	0	0	0	3.00
Kaynağı (yerel çeşitlerin ve özel tatların kurutulmuş olması)	31	77.5	8	20.0	1	2.5	2.75
Kurutma teknolojisi	19	47.5	17	42.5	0	0	2.37
Saklama koşulları	32	80.0	6	15.0	2	5.0	2.75
Ambalajlama kalitesi ve teknolojisi	28	70.0	10	25.0	2	5.0	2.65

Araştırmaya katılan tüketicilerin %25'i (10 kişi) meyve kurularını dışardan satın almak yerine evde kurutma işlemi yaptıklarını belirtmişlerdir. Kurutma işlemi ise güneşte, gölgede, ev fırınında ve evde mikrodalgada yaptıklarını ifade etmişlerdir (Çizelge 14). Evde kurutmayı daha sağlıklı ve güvenli olduğunu düşündükleri için bu şekilde kuruma yaptıklarını belirtmişlerdir.

Çizelge 14. Tüketicilerin evde kurutma şekli

Table 14. The way consumers dry at home

	F	%
Güneşte	5	50
Gölgede	3	30
Ev Fırınında	2	20
Evde Mikrodalgada	7	70

*Birden fazla şık işaretlenmiştir.

Tüketicilerin %67.5'i mikrodalga kullandığı %32.5'i ise sağlıklı olmadığını düşünerek kullanmadığını ifade etmişlerdir (Çizelge 15). Mikrodalga kullananlar (27 kişi) arasında sadece %37.04'lük kısmı mikrodalgada kurutma yaptıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 16).

Çizelge 15. Tüketicilerin mikrodalga kullanıp kullanmama durumu

Table 15. Consumers not using microwave

	F	%
Evet Kullanıyorum	27	67.5
Hayır Kullanmıyorum	13	32.5

Çizelge 16. Tüketicilerin kurutma işleminde mikrodalga kullanımı
Table 16. The use of microwave in the drying process of consumers

	F	%
Evet Kullanıyorum	10	37,04
Hayır Kullanmıyorum	17	62,96

Mikrodalga fırınlarda ısı enerjisinin nasıl üretildiğini konusunda tüketicilerin %60'ı bilgi sahibi olduklarını belirtmişlerdir (Çizelge 17). Tüketiciler mikrodalga fırında ısı enerjisi üretilmesinin moleküllerin çarpışması yoluyla su moleküllerini titreştirilmesiyle hücreler içine ve arasındaki sıvı moleküllerin mikrodalgalarla titreşimleri artırılarak olduğu şeklinde cevaplamışlardır.

Çizelge 17. Mikrodalga fırında ısı enerjisi nasıl üretildiğini bilme durumu
Table 17. The state of knowing how heat energy is produced in a microwave oven

	F	%
Evet biliyorum	24	60.0
Hayır bilmiyorum	16	40.0

Çalışmanın bundan sonraki kısmında deneklerin tattıkları mandalina kuruları ile ilgili düşüncelerine ilişkin sonuçlar verilmiştir. Daha öncesinde kurutulmuş mandalina tüketenlerin oranı %12.5'dir (Çizelge 18). Tüketiciler kurutulmuş mandalinayı aktarlardan (%80) temin etmektedir. Geriye kalan %40'lık kısmı ise evinde kendi kurutarak temin etmektedir (Çizelge 19).

Çizelge 18. Daha önce kurutulmuş mandalina tüketme durumu
Table 18. Condition of consuming previously dried tangerine

	F	%
Evet	5	12.5
Hayır	25	62.5

Çizelge 19. Tüketenlerin temin etme yeri
Table 19. Consumers sourcing place

	F	%
Aktar	4	80.0
Kendim	2	40.0

Tüketicilere 6 farklı şekilde kurutulmuş olan mandalinalar tattırıldıktan sonra beğenilerini 1 ve 5 arasında puanlamaları istenmiş ve bununla ilgili sonuçlar Çizelge 20'de verilmiştir. Çizelge 20'de farklı cinsiyetteki tüketicilerin farklı işlem ve ısıdaki kurutulmuş olan mandalinadaki tat, renk, koku, görünüm ve sertliklere ilişkin puanlaması görülmektedir. Kadınlar kurutulmuş mandalinayı erkeklere oranla daha çok beğenmiştir. En fazla beğenilen mandalina kurusu tat olarak bakıldığında 2. bölge 55 ısıda, renk olarak bakıldığında 1. Bölge 75 ısıda, koku olarak bakıldığında 2. Bölge 75 ısıda, görünüm olarak bakıldığında 1. Bölge 75 ısıda, sertlik olarak değerlendirildiğinde 2. Bölge 65 ısıda olarak belirlenmiştir.

Çizelge 20. Tüketicilerin mandalina kurusuna verdikleri puanlama ortalamaları
Table 20. The average scoring given by consumers to dried tangerine

	°C	Tat		Renk		Koku		Görünüm		Sertlik	
		Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek	Kadın	Erkek
Mikrodalga Ön işlemi	55	3.16	2.93	3.41	2.5	2.20	2.25	3.33	2.69	3.00	2.81
	65	2.37	2.38	3.13	2.31	2.00	2.12	2.79	2.00	2.88	2.62
	75	2.88	2.25	4.13	3.94	1.75	1.88	3.50	3.25	3.0	2.81
Ön işlemsiz	55	3.17	3.19	3.04	3.06	1.88	2.31	3.25	3.18	2.90	2.50
	65	3.13	2.69	3.25	2.88	2.04	2.38	2.79	2.38	3.31	2.56
	75	3.00	2.06	2.21	2.06	2.25	2.38	1.96	1.94	2.96	2.75

Tüketicilerin sonrasında tattıkları bu ürünü tekrar tüketip tüketmeyeceklerine ilişkin düşünceleri Çizelge 21’de görülmektedir. Çizelgede de görüldüğü gibi kadınlar erkeklere oranla mandalina kurusunu daha çok beğenmiştir. Çizelge 21’de Çizelge 20’yi destekler niteliktedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde ise %67.5’i mandalina kurusunun gerek tadını gerekse rengini ve görünümünü beğenmiş, %32.5’lik kısmı ise bu tadı beğenmemiştir. Bu tadı beğenen %67.5’lik kısım (27 kişi) bu ürünü sonrasında da ara öğünleri geçiştirmek amaçlı çerez olarak sıcak suda bekletip içecek olarak tüketmek hamur işlerinde ve tatlılarda tat katmak amaçlı veya görsel sunumda tüketebileceklerini veya kullanacaklarını ifade etmişlerdir.

Çizelge 21. Tüketicilerin daha sonra da kuru mandalinayı tüketme istekliliği

Table 21. Willingness of consumers to consume dry tangerine later

	Kadın		Erkek		Toplam	
	F	%	F	%	F	%
Evet	17	70.8	8	50.0	25	62.5
Hayır	7	29.2	8	50.0	15	37.5
Toplam	24	100.0	16	100.0	40	100.0

Tüketicilerin söz konusu tadın beğenilip beğenilmemesi kapsamında tüketicilere sigara kullanıp kullanmadıkları sorulmuştur (Çizelge 22). Bu tadı beğenmeyenlerin %76.9’u sigara kullanırken mandalina kurusunu beğenenlerin %74.1’i sigara kullanmamaktadır (Çizelge 22).

Çizelge 22. Tüketicilerin mandalina kurusunu beğenme ve sigara kullanma durumları

Table 22. Consumers' liking and smoking situations of dried tangerine

	Mandalina kurusunu beğenenler		Mandalina kurusunu beğenmeyenler		Toplam	
	F	%	F	F	%	F
Sigara Kullananlar	2	25.9	10	76.9	17	42.5
Sigara Kullanmayanlar	25	74.1	3	23.1	23	57.5
Toplam	27	100.0	13	100.0	40	100.0

SONUÇ

Türkiye’de meyve sektörünün tarımsal faaliyetler içerisinde kuru meyvelerin de hem yurt içi hem de ihracatta çok önemli bir yer tuttuğu bilinmektedir. Dünya kuru meyve pazarı dikkate alındığında ülkelerin pazar paylarının oluşmasında ürünün tat ve aroması kalite standartlarının sağlanabilme düzeyi ve sağlık ve hijyen kurallarına uyumun belirleyici unsurlar olduğu göze çarpmaktadır. Uluslararası yeni pazarlara açılım ve mevcut pazarların korunması ve geliştirilmesi için uluslararası kuruluşlar tarafından belirlenen sağlık gereklilikleri ve teknik düzenlemelere uyum sağlanması son derece önemli bir husustur. Genel olarak değerlendirildiğinde mandalina kurusu ankete katılan tüketicilerin birçoğu için beğenilmiş farklı bir tat olarak ifade edilmiş olsa da %37.50’si (15 kişi) ise bu tadı kesinlikle beğenmemiş. Beğenmeyenlerin özellikle öneri kapsamında belirttiği kriterler ise mandalina çeşidinin değiştirilmesi ve daha az çekirdekli mandalina tercihi yapılması gibi sıralanmaktadır. Bu tadı kadınların erkeklere oranla ve sigara kullananların kullanmayanlara oranla bariz bir şekilde daha çok “beğendiği” sonucuna ulaşılmıştır. Kurutulmuş geleneksel ürünlerimiz dışında güvenli gıda arayışında çok çeşitli yeni alternatifler tüketicilerin beğenisine sunulmaktadır. Kurutulmuş ürünler arasında kurutulmuş mandalina, üretici için alternatif bir ürün gibi görünse de araştırma sonuçlarına da bakılırsa risk içermektedir. Daha uygun çeşit, daha farklı formlar ile tüketici ve pazar talepleri doğrultusunda üretim tapmak yararlı olacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar olarak, çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve makale olarak yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması içerisinde olmadığımızı beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Esra Kaplan: Makalenin planlanmasında, çalışmanın anket çalışması, verilerin toplanması ve değerlendirilmesi ve çalışmanın yazımı, makalenin son şeklinin verilmesi.

Muhammed Taşova: Makalenin planlanmasında, çalışmanın kurutma işlemi ve değerlendirilmesi, çalışmanın yazımı

H. Sibel Gülse Bal: Makalenin planlanmasında, çalışmanın anket çalışması, verilerin toplanması ve değerlendirilmesi ve çalışmanın yazımı

KAYNAKLAR

- Abuşka M ve H Doğan (2010). Endüstriyel tip ısı pompalı kurutucuda çekirdeksiz üzümün kurutulması. *Politeknik Dergisi*, 13 (4): 271-279.
- Akdaş S ve M Başlar (2014). Dehydration and degradation kinetics of bioactive compounds for mandarin slices under vacuum and oven drying conditions. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39: 1098-1107. doi:10.1111/jfpp.12324.
- Anonim (2018). <https://www.kurual.com/kurutulmusmandalin.02/03/2020>.
- Anonim (2019). <https://www.kurucum.com/Mandalina-kurusu.html> (15/02/2020).
- Anonim (2020). <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/turkiyenin-kuru-meyve-ihracati-700-milyon-dolari-asti/1786028> (17/05/2020).

- Bektaş ZK, Miran B, Uysal ÖK ve Günden C (2010). Dondurulmuş gıda ürünlerine yönelik tüketici tercihleri: İzmir ili örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (3): 211 – 221.
- Doymaz İ (2011). Thin-layer drying characteristics of sweet potato slices and mathematical modelling. *Heat Mass Transfer*, 47: 277-285.
- Ghanbarian D, Toriki-Harchegani M, Sadeghi M and Pirbalouti AG (2019). Ultrasonically improved convective drying of peppermint leaves: Influence on the process time and energetic indices. *Renewable Energy*, 153: 67-73.
- Orikasa T, Koide S, Okamoto S, Imazumi T, Muramatsu Y, Takeda J, Shina T and Tagawa A (2014). Impacts of hot air and vacuum drying on the quality attributes of kiwifruits slices. *Journal of Food Engineering*, 125: 51-58.
- Polatçı H ve M Taşova (2020). Sıcaklık kontrollü mikrodalga kurutucu geliştirilmesi ve portakal kurutma performansının belirlenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8 (1): 131-138.
- Taşkın T, Engindeniz S., Gbadamonsi AA, Kandemir Ç ve Koşum N (2020). Gençlerin kırmızı et tüketim tercihlerinin analizi: Ege Üniversitesi öğrencileri örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57 (1): 63-72.
- TOB (2016). Tarım ve Orman Bakanlığı. Yaş ve kuru meyve sebze sektörü ile seracılık dış pazar çalışması. <https://www.tarimorman.gov.tr>.
- Therdthai N, Zhou W and Pattanapa K (2011). Microwave vacuum drying of osmotically dehydrated mandarin cv. (Sai-Namphaung). *International Journal of Food Science and Techonolgy*, 46 (11): 2401-2407.
- Wang J, Law CL, Nema PK, Zhao JH, Liu ZL, Deng LZ, Gao Z and Xiao HW (2018). Pulsed vacuum drying enhances drying kinetics and quality of lemon slices. *Journal of Food Engineering*, 224: 129-138.



Eskişehir Ekolojik Koşullarında Farklı Hasat Dönemlerinin İzmir Kekiği (*Origanum onites* L.)'nin Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenleri Üzerine Etkisi

Nimet KATAR^{1a*} Duran KATAR^{1b}

^aFen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, TÜRKİYE

^bTarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, TÜRKİYE

(*): Sorumlu yazar, nimetkatar@gmail.com; Tel: +90-222-2303438, Fax: +90-222-2302766

ÖZET

Bu çalışma, farklı hasat zamanlarının (tomurcuklanma öncesi, tomurcuklanma dönemi, %50 çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme bitimi) İzmir kekiğinin (*Origanum onites* L.) uçucu yağ oranı ve bileşimi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme 2016 ve 2017 yıllarında, Eskişehir ilinde tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmanın iki yıllık ortalamasına göre, en düşük (%2.42) ve en yüksek (%3.60) uçucu yağ oranı sırasıyla tomurcuklanma öncesi ve % 50 çiçeklenme döneminde elde edilmiştir. Uçucu yağın birinci ana bileşeni olan karvakrol yıllar ortalamasında %68.64-81.32 arasında değişirken, ikinci ana bileşen olan γ -terpinen ise % 6.63-11.91 arasında değişmiştir. Uçucu yağ oranı ve bileşenleri dikkate alındığında, Eskişehir ekolojik koşullarında İzmir kekiği yetiştiriciliği için en uygun hasat zamanının %50 çiçeklenme dönemi olduğu belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 15.09.2020

Kabul tarihi: 01.11.2020

Anahtar Kelimeler:

- İzmir kekiği (*Origanum onites* L.),
- Hasat zamanı,
- Ontogenetik,
- Uçucu yağ oranı ve bileşenleri

Alıntı için: Katar N, Katar D (2020). Eskişehir Ekolojik Koşullarında Farklı Hasat Dönemlerinin İzmir Kekiği (*Origanum onites* L.)'nin Uçucu Yağ Oranı ve Bileşenleri Üzerine Etkisi. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 441-451.
<https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.017>

The Effect of Different Harvest Periods on Essential Oil Content and Components of Turkish Oregano (*Origanum onites* L.) in Eskişehir Ecological Conditions

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of different harvest times (prior to budding, budding period, 50% blossoming period and end of blossoming) on the essential oil content and components of Turkish oregano (*Origanum onites* L.) The experiment was carried out in Eskişehir province using randomized complete block design with three replications in 2016 and 2017. According to the two-year average of the study, the lowest (2.42%) and the highest (3.60%) essential oil content were obtained prior to budding and 50% blossoming period, respectively. Carvacrol, the first main component of the essential oil, ranged from 68.64 to 81.32% on the average of two years, while γ -terpinene, the second main component, changed from 6.63 to 11.91%. Considering the essential oil content and components, it was determined that the most suitable harvest time for Turkish oregano cultivation in Eskişehir ecological conditions is 50% blossoming period.

RESEARCH ARTICLE

Received: 15.09.2020

Accepted: 01.11.2020

Keywords:

- Turkish oregano (*Origanum onites* L.),
- Harvest time,
- Ontogenetic,
- Content and composition of essential oil

To cite: Katar N, Katar D (2020). The Effect of Different Harvest Periods on Essential Oil Content and Components of Turkish Oregano (*Origanum onites* L.) in Eskişehir Ecological Conditions. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 441-451. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.017>

GİRİŞ

Dünya’da farklı cinslere ait birçok bitki kekik olarak bilinmektedir. Bu cinslerden biri olan *Origanum*’a bağlı birçok tür bulunmaktadır. Labiatae/Lamiaceae familyasına ait olan *Origanum* cinsi dünyada 38 tür, 6 alt tür ve 17 melez ile temsil edilirken, ülkemizde ise bu cinsin 22 türü veya 32 taxa’sı doğal yayılış göstermektedir (Tonçer ve ark., 2009; Bozdemir, 2019). Ülkemizde *Origanum* cinsine ait olan ve İzmir kekiği olarak bilenen *Origanum onites* L. (syn. *Majorana onites* (L.) Benth.; Lamiaceae) önemli bir tıbbi aromatik bitki olarak bilinmektedir. Uluslararası ticarete "Turkish oregano" olarak bilinen bu tür Yunanistan ve Türkiye’nin özellikle Akdeniz sahil kuşağında yayılış göstermektedir. *O. onites* türü Türkiye’de "Türk kekiği, Bilyalı kekik ve İzmir kekiği" isimleriyle tanınmıştır. Çok yıllık ve yarı çalmsı olan bitki Akdeniz sahil kuşağında deniz seviyesinden 900 m yüksekliğe kadar doğal vejetasyonda bulunmaktadır (Özdemir ve Özkan, 2016; Sönmez, 2019).

Tarih boyunca İzmir kekiğinden baharat olarak (gıdaları korumak, lezzet ve aroma katmak) yararlanmanın yanı sıra geleneksel tıpta da başta sindirim rahatsızlıkları olmak üzere birçok farklı hastalığın tedavisinde ilaç olarak kullanılmıştır. Son yıllarda İzmir kekiği üzerinde yürütülmüş olan bilimsel çalışmalar bitkinin içerdiği uçucu yağ ve diğer sekonder metabolitlerin birçok biyoaktiviteye ve farmakolojik (antibakteriyel, antispazmotik, antiseptik, antifungal, antikanser, antimutajenik, antidiyabetik, antiviral, antienflamatuar ve antiprotozoal vb.) özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bitkinin içerdiği uçucu yağların ve diğer

fitokimyasalların sahip olduğu bu özellikler nedeniyle İzmir kekiğinin halen halk hekimliğinde kullanılmanın yanı sıra baharat ve herbal çay şeklinde de kendisinden yararlanılmaya devam edilmektedir. Ayrıca İzmir kekiğinden elde edilen uçucu yağlar gıda, kozmetik, parfümeri, biyopestisit ve ilaç endüstrisinde de hammadde olarak kullanılmaktadır (Baydar ve Erdal, 2004; Kaçar ve ark., 2006; Raut ve Karuppaiyl, 2014; Özdemir ve ark., 2017).

Yurt içinde ve yurt dışında yaygın bir şekilde baharat olarak kullanılan ve alınıp satılan İzmir kekiği ülkemiz için aynı zamanda önemli bir ihraç ürünüdür. İzmir kekiği çok farklı fitokimyasallar içermekle birlikte bunlardan en önemlisi özelliikle yaprak ve çiçeklerinde yüksek oranlarda taşıdığı uçucu yağlardır. İzmir kekiğinin kalitesini ve ticari değerini belirleyen en önemli kriterlerden biri ise üretilen ürünün uçucu yağ oranıdır. Diğer aromatik bitkilerde olduğu gibi İzmir kekiğinin içermiş olduğu uçucu yağ oranı da başta üretim materyalinin genotipi olmak üzere, üretimin yapıldığı bölgenin iklim ve toprak özellikleri ve agroteknik uygulamaların etkisi altında değişim göstermektedir. Yapılan araştırmalar İzmir kekiğinin uçucu yağ oranı bakımından oldukça yüksek bir varyasyona (%0.2-8.0) sahip olduğunu göstermiştir (Kaçar ve ark., 2006; Gürtunca, 2011; Sönmez, 2019).

Endüstrinin farklı dallarında (farmakoloji, parfümeri, gıda ve kozmetik gibi) kullanımı giderek yaygınlaşan uçucu yağların kalitesi ve fiyatı büyük oranda uçucu yağların kimyasal kompozisyonu tarafından belirlenmektedir (Raut ve Karuppaiyl, 2014; Bhardwaj ve ark., 2019). Uçucu yağın kompozisyonu üzerinde çevre faktörlerinin ve yetiştiricilik uygulamalarının etkisi düşük düzeydedir. Buna karşılık üretim materyalinin genotipik yapısının uçucu yağ kompozisyonu üzerindeki etkisinin daha dominant olduğu bilinmektedir. Fakat düşük düzeyde de olsa çevre koşullarının da uçucu yağın kompozisyonu üzerinde etkili olduğu yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir (Ramezani ve ark., 2009; Reily, 2013, Katar ve ark., 2019). İzmir kekiği üzerinde yürütülen çalışmalarda elde edilen uçucu yağ kompozisyonları arasında farklı düzeylerde varyasyonların olduğu belirlenmiştir. Fakat aynı zamanda bu bitkiden elde edilen uçucu yağların kimyasal kompozisyonunda karvakrol, timol, γ -terpinen, p-simen, β -mirsen, 1.8- cineol, borneol ve linalool gibi bileşenlerin hemen hemen tüm uçucu yağ örneklerinde ön plana çıktığı da tespit edilmiştir (Baydar ve Erdal, 2004; Yıldız ve ark., 2005; Tonçer ve ark., 2009; Avcı ve Bayram, 2013; Özdemir ve ark., 2017).

Son yıllarda farklı endüstrilerin başta uçucu yağlar olmak üzere birçok fitokimyasallara olan talebinin artması dikkatlerin aromatik bitkiler üzerinde yoğunlaşmasını sağlamıştır. Endüstrinin bu talebine cevap verebilmek için bir taraftan aromatik bitkilerin üretimi arttırılırken diğer taraftan da birim alandan en yüksek verime ve kaliteye sahip üretimin yapılabilmesi için çalışmalar yoğunlaşmaktadır (Katar ve ark., 2017a). Bu aşamada üretimi yapılan bitkilerin en yüksek oranda uçucu yağ ve en uygun uçucu yağ kompozisyonuna sahip olduğu gelişme dönemlerinin belirlenip hasatların bu dönemlerde yapılması büyük öneme sahiptir. Aromatik bitkilerden en uygun kompozisyonda ve en yüksek oranda uçucu yağ içeren droglar elde etmek için en uygun hasat zamanları üretimin yapıldığı bölgenin iklim koşullarına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Katar ve ark., 2017b). Bu nedenle her bitki için en uygun hasat zamanları üretim bölgelerinde yapılacak olan çalışmalarla belirlenmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Ülkemizin değişik bölgelerinde İzmir kekiğinin

en uygun hasat zamanını belirlemek amacıyla çeşitli bilimsel çalışmalar yapılmıştır (Yaldız ve ark., 2005; Tonçer ve ark., 2009; Sönmez, 2019).

İki yıl süreyle yürütülen bu araştırmanın amacı Eskişehir ekolojik koşullarında bitkinin farklı gelişim dönemlerinde gerçekleştirilmiş olan hasatların elde edilen ürünün uçucu yağ oranı ve kompozisyonu üzerindeki etkisini belirlemektir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada bitki materyali olarak Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilen İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) bitkisinin "Oğuz-2012" çeşidinin tohumlarından yetiştirilen fideler kullanılmıştır. "Oğuz-2012" kekik çeşidinin ortalama %4 uçucu yağ oranı ve %70 karvakrol oranı ihtiva ettiği rapor edilmiştir (Anonim, 2018). Çalışmanın yürütüldüğü Eskişehir ilinin uzun yıllar ile 2016 ve 2017 yıllarına ait iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışmanın yürütüldüğü yıllar olan 2016 ve 2017 yıllarında alınan yıllık yağış miktarı değerleri (sırasıyla 362.5 mm ve 374.4 mm) uzun yılların ortalama değerine kıyasla (338.8 mm) daha yüksektir. Denemenin yürütüldüğü yıllardan 2016 yılında ortalama sıcaklık değeri (11.8°C) 2017 yılı ortalama sıcaklık değerine (11.3°C) göre biraz daha yüksek ölçülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme alanına ait bazı iklim verileri

Table 1. Some climatic data of the experimental area

İklim Faktörleri*	Toplam Yağış (mm)			Ortalama Sıcaklık (°C)			
	Yıllar	2016	2017	Uzun Yıllar (1970-2011)	2016	2017	Uzun Yıllar (1970-2011)
Aylar	Ocak	81.4	33.00	30.6	0.0	-2.00	-0.2
	Şubat	32.8	9.20	26.1	6.6	1.90	0.9
	Mart	40.6	16.20	27.6	7.5	7.60	4.9
	Nisan	28.4	62.00	43.1	12.9	9.60	9.6
	Mayıs	43.8	50.80	40.0	14.1	14.40	14.9
	Haziran	7.0	44.80	23.7	21.0	19.10	19.1
	Temmuz	12.0	13.40	13.1	22.8	23.10	22.1
	Ağustos	26.4	31.40	9.2	22.8	22.00	21.8
	Eylül	31.1	3.00	18.1	17.8	19.60	16.7
	Ekim	8.0	46.60	32.8	12.4	10.80	11.7
	Kasım	27.8	27.80	34.0	5.3	5.50	5.6
	Aralık	23.2	36.20	40.5	-1.1	3.90	1.7
Toplam/Ortalama	362.5	374.40	338.8	11.80	11.29	10.7	

*Veriler Eskişehir Meteoroloji 3. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

Çalışma alanının toprak özelliklerini belirlemek amacıyla alınan toprak örneklerinde gerekli analizler yapılmış ve analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Deneme alanı toprağı killi-tınlı bünyeli olup, organik madde bakımından yetersiz, hafif alkali, orta kireçli, hafif tuzlu karakterde olmakla birlikte çok az düzeyde fosfor ve yeterli düzeyde potasyum içermektedir (Sönmez, 2003).

Çizelge 2. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri**Table 2.** Some physical and chemical characteristics of soil in experiment area

Bünye	Kireç (%)	Tuz (ds m ⁻¹)	Yarayışlı Fosfor (P ₂ O ₅) (kg da ⁻¹)	Yarayışlı Potasyum (K ₂ O) (kg da ⁻¹)	pH	Organik Madde
Killi Tınlı (2016)*	6.34	0.14	2.00	253.0	8.06	2.08
Killi Tınlı (2017)*	6.15	0.18	3.5	249.0	7.75	2.14

*Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Toprak-Bitki-Su analiz ve Fizyoloji laboratuvarlarında yapılmıştır.

Tarla çalışmaları 2016 ve 2017 yılında ESOGU Ziraat Fakültesi deneme arazisinde yürütülmüştür. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak 2015 yılında kurulmuştur. Denemede her bir parselde 4 sıra bitki bulunmakta olup, parsel boyutları 4 m x 1.6 m = 6.4 m²'dir. Çalışmada dört farklı ontogenetik (tomurcuk öncesi dönem/ 05.06.2016 ve 03.06.2017, tomurcuk dönemi /20.06.2016 ve 24.06.2017, %50 çiçek dönemi/10.07.2016 ve 13.07.2017 ve çiçeklenme bitimi/23.07.2016 ve 26.07.2017) variabilite kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan bitkiler iki ve üç yaşındaki plantasyona ait olup plantasyonun kuruluşu 03.05.2015 tarihinde yapılmıştır. Plantasyonun oluşturulması için ihtiyaç duyulan fideleri yetiştirmek için 08.03.2015 tarihinde serada hazırlanmış olan ve içerisine kum, orman toprağı ve torf karışımı (1:1:1) ile doldurulmuş kasalara tohumlar ekilmiştir. Fideler 10-15 cm boya ulaştıktan sonra deneme tarlasında hazırlanmış olan parsellere 03.05.2015 tarihinde sıra arası 40 cm ve sıra üzeri 20 cm olacak şekilde şaşırtması yapılmıştır (Avcı and Bayram, 2013). Parsellere fide dikiminden önce 10 kg N da⁻¹ ve 5 P₂O₅ kg da⁻¹ gübre uygulaması yapılmıştır. Aynı dozda azotlu gübre 2016 ve 2017 yıllarında da ilkbaharda bitkiler uyanırken uygulanmıştır. Parsellerde yabancı otların gelişim durumu dikkate alınarak ihtiyaç duyuldukça yabancı ot mücadelesi el çapasıyla yapılmıştır. Plantasyon damlama sulama yöntemiyle sulanmıştır. Araştırmada her parselin ilk ve son sıraları ile sıraların her iki ucundan 0.5 m kenar tesiri olarak değerlendirme dışı bırakıldıktan sonra yukarıda belirtilen tarihlerde makasla toprak yüzeyinden 4–5 cm yükseklikten biçilerek hasat edilmiştir. Farklı dönemlerde biçimi yapılan parsellerden elde edilen taze herbaların yaprakları ayrılarak 35-38°C sıcaklıktaki etüvde sabit ağırlığa ulaşmaya kadar (48 saat) kurutulmuştur. Kurutulmuş yapraklardan alınan örneklerin uçucu yağ oranları Clevenger cihazı ile belirlenmiş belirlenmiştir. Uçucu yağların distilasyonu için ayıklanmış ve kurutulmuş 100 g yaprak örnekleri 2000 ml'lik balonlara yerleştirildikten sonra 1000 ml saf su eklenerek 3 saat boyunca distilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Distilasyon işlemi tamamlandıktan sonra clevenger aparatının dereceli kısmından yağ miktarı okunmuş ve yüzde (%) olarak belirlenmiştir. Clevenger cihazından alınan uçucu yağlar bileşenlere bakılacağı zamana kadar 3-4°C sıcaklıktaki buzdolabında saklanmıştır.

Uçucu yağların bileşenleri çalışma koşulları aşağıda verilen GC/MS cihazıyla Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Tıbbi Araştırmalar Merkezi Laboratuvar'ında belirlenmiştir. Örnekler analiz edilmek üzere 1:100 oranında hekzan ile seyreltilmiştir. Örneklerin uçucu yağ bileşen analizi GC/GC-MS (Gaz kromatografisi (Agilent 7890A)-kütle detektör (Agilent 5975C)) cihazı ile kapiler kolon (HP InnowaxCapillary; 60.0 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde taşıyıcı gaz olarak 0,8 ml min⁻¹ akış hızında helyum kullanılmış, örnekler cihaza 1 µl olarak 40:1 split oranı ile enjekte edilmiştir. Enjektör sıcaklığı 250°C'de tutulmuş, kolon sıcaklık programı 60°C (10 dakika), 60°C'den 250°C'ye 20 dakika ve

250°C (10.5 dakika) olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu sıcaklık programı doğrultusunda toplam analiz süresi 30 dakika olmuştur. Kütle detektörü için tarama aralığı (m z⁻¹) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyonu 70 eV kullanılmıştır. Uçucu yağın bileşenlerinin teşhisinde ise WILEY ve OIL ADAMS kütüphanelerinin verileri esas alınmıştır. Sonuçların bileşen yüzdeleri FID dedektör kullanılarak, bileşenlerin teşhisi ise MS dedektör kullanılarak yapılmıştır.

Uçucu yağ oranlarına ait veriler TARIST istatistik paket programı kullanılarak, tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutularak önemlilik düzeyleri belirlenmiştir. Önemli çıkan uygulamalar arasındaki farklılıklar Tukey testine göre gruplandırılmıştır (Açıkgöz ve ark., 1993).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tıbbi aromatik bitkilerin en önemli sekonder metabolitlerden biri olan uçucu yağların verimi/oranı ve kompozisyonu üzerinde birçok faktörün etkisi bulunmaktadır. Bu faktörlerden genetik kaynaklı olanlar üretim materyalinin genotipik yapısını oluşturan genler olup, bitkinin üreteceği uçucu yağın oranı ve kompozisyonunun belirlenmesinde önemli düzeyde rol oynamaktadır (Khorasaninejad ve ark., 2010; Katar ve ark., 2019). Bitkinin taşıdığı olduğu genlerin faaliyetleri sonucunda bitkinin biyokimyasal faaliyetleri kontrol edilmekte olup, bunun sonucu da büyüme, gelişme, etkili madde oranı ve kompozisyonu belirlenmektedir. Bir diğer etkili faktör ise çevre koşulları olup, bitkinin içerisinde bulunduğu çevrenin ekolojik koşullarıdır (Ramezani ve ark., 2009; Adinee ve ark., 2009; Sabuncu ve ark., 2019). Bu koşullar da bitkinin içerisinde genlerin kontrolünde yürütülmekte olan biyokimyasal faaliyetleri etkileyerek bitkinin büyümesi, gelişimi ve ürün kalitesi üzerinde etkili olmaktadır (Yazdani ve ark., 2002; Khorasaninejad ve ark., 2010). Ayrıca bitkinin gelişim evrelerine bağlı olarak genlerin ve çevre koşullarının etkisi altında değişen şekillerde gerçekleşen biyokimyasal faaliyetler de bitkinin farklı gelişim devrelerinde farklı oranlarda etkili maddeye ve kompozisyona sahip olması üzerinde etkili olmaktadır (Bengtsson, 2011; Bhardwaj ve ark., 2019). Bu nedenle tıbbi aromatik bitkilerde hem en yüksek oranda etkili madde içeren ve hem de en uygun kompozisyona sahip olduğu dönemin tespit edilerek hasadın o dönemde yapılması elde edilecek olan ürünün kalitesi açısından büyük öneme sahiptir.

2016 ve 2017 yıllarında Eskişehir ekolojik koşullarında İzmir kekiğinde yürütülen çalışmada ontogenetik varyasyonun iki yılın ortalaması olarak uçucu yağ oranı üzerinde önemli (P<0.01) düzeyde etkili olduğu ve en yüksek uçucu yağ oranının (%3.60) % 50 çiçeklenme döneminde yapılan hasattan elde edildiği belirlenmiştir. En düşük uçucu yağ oranı ise çiçek tomurcuğu oluşum dönemiyle aynı grupta yer alan çiçek tomurcuğu oluşumu öncesinde (%2.42) yapılan hasattan elde edilmiştir. Çiçeklenme bitiminde yapılan hasattan ise %3.05 oranında uçucu yağ tespit edilmiştir. Çiçek tomurcuğu öncesinden başlayarak artan uçucu yağ oranı %50 çiçeklenme döneminde maksimum düzeye ulaşmış ve çiçeklenme bitiminde yapılan hasatta ise tekrar bir düşüşün meydana geldiği belirlenmiştir. Yılların ise uçucu yağ oranı üzerinde önemli düzeyde etkili olmadığı görülmüştür. Farklı gelişim dönemlerinde yapılan hasadın ortalaması olarak 2016 yılında uçucu yağ oranı %3.13 olarak tespit edilirken, bu oran 2017 yılında %2.78 olarak belirlenmiştir. Eskişehir ekolojik koşullarında ise iki yılın ortalaması olarak İzmir kekiğinde uçucu yağ oranının %2.96 olduğu tespit edilmiştir

(Çizelge 3). İzmir kekiğinde kalite standardı olarak belirlenmiş olan uçucu yağ oranı %2.0-4.5 olup, çalışmamızdan elde edilen ürünlerin bu kriterlere de sahip olduğu tespit edilmiştir (Yaldız ve ark., 2005).

Gelişim dönemlerine bağlı olarak uçucu yağ oranında meydana gelen değişim %50 çiçek dönemine kadar azalan yağış ve artan sıcaklık miktarları ile birlikte bitkilerin farklı gelişim dönemlerindeki biyosentezlerinin değişimiyle açıklanabilir (Bengtsson, 2011). Bilindiği gibi tıbbi aromatik bitkilerdeki uçucu yağlar, ekolojik koşullarda yaşanan stres koşullarının (yağış, sıcaklık, kuraklık vb.) biyosentez üzerinde oluşturduğu etki sonucunda önemli düzeyde değişime uğramaktadır (Bengtsson, 2011; Bhardwaj ve ark., 2019). Bitkiler özellikle karşılaştıkları kuraklık stresine ise bir savunma ürünü olarak üretmiş oldukları uçucu yağ oranlarında artışa giderek cevap vermektedir (Mammadov, 2014). Yıllara bağlı olarak ürünün uçucu yağ oranında önemli düzeyde olmasa da meydana gelen değişim ise özellikle hasatların yapıldığı aylardaki toplam yağışlarda ve sıcaklık ortalamalarında tespit edilen farklılıklarla açıklanabilir.

Yaldız ve ark. (2005) Çukurova koşullarında İzmir kekiğinin en yüksek uçucu yağ oranını (%1.92) çiçeklenme sonrasında (tohum oluşumu başlangıcında) yapılan hasatta belirlemişlerdir. Bununla birlikte, İzmir kekiğinde uçucu yağ oranını Özdemir ve ark. (2017) %1.04-1.96 arasında, Sönmez (2019) ise İzmir koşullarında %3.47-4.49 arasında tespit etmişlerdir. Çalışmalarda farklı oranda uçucu yağ oranı elde edilmesi; çalışmaların yürütüldüğü bölgelerin ekolojik farklılıklarıyla, çalışmalardaki uygulama farklılıklarıyla ve çalışmada kullanılan materyallerin genotipik farklılıklarıyla açıklanabilir.

Çizelge 3. Farklı hasat dönemlerinin İzmir kekiğinin (*Origanum onites* L.) uçucu yağ oranına etkisi

Table 3. The effect of different harvest periods on the essential oil content of Turkish oregano (*Origanum onites* L.)

Hasat Dönemleri	Uçucu Yağ Oranı (%)		
	2016	2017	Ortalama
Tomurcuk öncesi dönem	2.60	2.23	2.42 c
Tomurcuk dönemi	3.00	2.53	2.77 bc
%50 çiçek dönemi	3.70	3.50	3.60 a
Çiçeklenme bitimi	3.23	2.87	3.05 b
Ortalama	3.13	2.78	2.96
F değeri (yıl)		15.892 ^{öd}	
F değeri (uygulama)		30.095 ^{**}	
F değeri (yıl x uygulama)		0.368 ^{öd}	
VK (%)		17.32	

*p<0.05; **p<0.01; ^{öd} önemli değil.

Uçucu yağ örneklerinde yapılan kompozisyon analizinde yağın %99.3-100'ne karşılık gelen 18-20 farklı bileşenin bulunduğu tespit edilmiştir. Çalışmadaki uçucu yağ örneklerinde ana bileşen olarak oksijenli bir monoterpen olan (Khalid, 2016; Moukhles ve ark., 2020) karvakrol (% 68.64-81.32) ön plana çıkmıştır. Karvakrolu ise monoterpen hidrokarbon yapısındaki (Khalid, 2016) γ-terpinen (%5.75-11.91) ve aynı şekilde monoterpen hidrokarbon yapısındaki (Hendel ve ark., 2019) p-cymen (%3.96-5.94) takip etmiştir. Bu üç ana bileşen toplam uçucu yağın %83.76-99.17'lik kısmını temsil etmektedir. En yüksek karvakrol oranı (%81.32) çiçek tomurcuğu döneminde yapılan hasattan elde edilirken, en düşük değer (%68.64) ise çiçeklenme bitimi döneminde yapılan hasattan elde edilmiştir. Timol oranı hasat dönemlerine bağlı olarak ise %0.13-

0.28 arasında değişim göstermiştir. Bu durum değişen hasat zamanlarına bağlı olarak uçucu yağın içerisindeki timol oranının büyük oranda varyasyon gösterdiğini ortaya koymuştur (Çizelge 4).

Uçucu yağ örneklerine γ -terpinen oranları da değişen hasat zamanlarına bağlı olarak farklılık göstermiştir. En yüksek γ -terpinen oranı %11.91 ile çiçeklenme bitiminde yapılan hasattan elde edilirken, en düşük γ -terpinen oranı %5.75 ise çiçek tomurcuklarının oluşum döneminde yapılan hasattan elde edilmiştir. Uçucu yağın bir diğer ana bileşeni olan *p*-cymen (%3.96-5.94) oranı üzerinde de hasat zamanının değişimi etkili olmuş olup, en yüksek oran (%5.94) çiçeklenme bitimindeki hasattan elde edilen örneklerde belirlenirken, en düşük oran ise (%3.96) çiçek tomurcuklarının oluşum döneminde belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı hasat dönemlerinin İzmir kekiğinin (*Origanum onites* L.) uçucu yağ bileşenleri üzerine etkisi (2016 ve 2017 ortalama).

Table 4. The effect of different harvest periods on essential oil components of Turkish oregano (*Origanum onites* L.) (2016 and 2017 average).

Bileşen Adı	Tomurcuk Öncesi Dönem	Tomurcuk Dönemi	%50 Çiçek Dönemi	Çiçeklenme Bitimi
α -Pinene	0.31	0.34	0.62	0.86
α -Thujene	1.22	1.17	1.55	1.46
Camphene	-	-	0.29	0.38
Myrcene	1.73	1.61	2.09	2.23
α -Phellandrene	0.20	0.21	0.26	0.30
α -Terpinene	1.33	1.28	1.88	2.38
Limonene	0.18	0.19	0.27	0.31
β -Phellandrene	0.19	-	0.22	0.26
γ -Terpinene	6.63	5.75	9.74	11.91
<i>p</i> -Cymene	4.21	3.96	4.26	5.94
1-octen-3-ol	0.19	0.44	-	0.17
<i>Trans</i> -sabinene hydrate	0.34	0.29	0.42	0.45
<i>Cis</i> -sabinene hydrate	-	0.17	0.19	0.20
Linalyl acetate	-	-	-	0.21
Terpinen-4-ol	0.80	1.06	0.78	0.96
β -Caryophyllene	1.52	0.63	0.94	0.98
Borneol	0.23	0.25	1.05	1.16
β -Bisabolene	0.37	0.51	0.40	0.80
Caryophyllene oxide	0.25	-	0.32	-
<i>Cis</i> -nerolidol	-	0.16	-	0.17
Spathulenol	0.22	-	0.20	-
Thymol	0.21	0.28	0.13	0.23
Carvacrol	79.17	81.32	74.23	68.64
Tanımlanamayan	0.70	0.38	0.16	-
Toplam	99.30	99.62	99.84	100.00

Uçucu yağ örneklerinin kompozisyonlarına ait bileşenlerin sayı ve oranlarının topluca değerlendirilmesi, değişen hasat zamanlarının hem uçucu yağın içerisindeki bileşen sayısında ve hem de bu bileşenlerin oranları üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Uçucu yağın kompozisyonunda meydana gelen bu değişim hasat zamanlarına bağlı olarak değişen bitki gelişim dönemleri ve hasat anındaki iklim (yağış ve sıcaklık vb.) farklılıklarıyla açıklanabilir. Çünkü bitkinin hasat anında içerisinde bulunduğu gelişim dönemleri sekonder metabolitlerin oranı ve kompozisyonu üzerinde etkili olmaktadır. Aynı şekilde değişen hasat tarihlerine bağlı olarak meydana gelen mevsimsel değişimler de uçucu yağın oranı ve kompozisyonu üzerinde etkili olmaktadır. İlk hasatla son hasat arasında yaklaşık 1.5 aylık zaman farkında meydana gelen iklim değişimleri uçucu yağ kompozisyonunun üzerinde etkili olmuştur. Aynı şekilde ilk hasatta

bitkiler daha generatif döneme geçmemişken son hasatta çiçeklenme aşamasının bitmiş olması hasat süresince bitkinin farklı gelişim dönemlerine bağlı olarak yapmış olduğu metabolit sentezinin de farklılaştığını göstermektedir.

İzmir kekiğinde en yüksek karvakrol oranını Yıldız ve ark. (2005) ile Tonçer ve ark. (2009) sırasıyla %73.65 ve %41.34 olarak tam çiçeklenme döneminde yapılan hasatta belirlemişlerdir. Bununla birlikte, çalışmada elde edilen uçucu yağ örneklerinde karvakrol ana bileşen (%68.64-81.32) olarak tespit edilmiş olup, bu açıdan Özdemir ve ark. (2017)'nin (karvakrol %47.98), Yıldız ve ark. (2005)'nin (karvakrol %47.41-73.65) ve Tonçer ve ark. (2009)'nin (karvakrol %24.66-52.58) çalışmaları ile genel anlamda paralellik arz etmektedir.

SONUÇ

İki yıl süreyle Eskişehir ekolojik koşullarında yürütülen bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde bu bölgede *Origanum onites*'ten uçucu yağ oranı yüksek kuru yaprak elde etmek için en uygun hasat zamanının %50 çiçeklenme dönemi olduğu görülmüştür. Uçucu yağın ana bileşenleri üzerinde farklı hasat zamanları az da olsa değişime neden olmuştur. Uçucu yağ örneklerinde en yüksek oranda yer alan karvakrol değeri incelendiğinde tomurcuk öncesi dönemden tomurcuk dönemine kadar bir artış gösterdiği ve daha sonra düşüşe geçerek en düşük değerini çiçeklenme bitiminde elde edildiği belirlenmiştir. Bu durum dikkate alındığında en yüksek uçucu yağ oranının elde edildiği %50 çiçeklenme döneminin karvakrol oranı (%74.23) açısından da uygun olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, Eskişehir koşullarında İzmir kekiği yetiştiriciliği için en uygun hasat zamanı olarak %50 çiçeklenme dönemi belirlenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar olarak herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Yazarlar olarak makaleye aşağıdaki katkıların sunulduğunu beyan ederiz.

Nimet Katar: Arazi çalışmasının planlanması ve yürütülmesinde, droglardan uçucu yağın elde edilmesinde, istatistik analizinin yapılmasında, makalenin yazımında.

Duran Katar: Arazi çalışmasının planlanması ve yürütülmesinde, istatistik analizinin yapılmasında, makalenin yazımında, makalenin tashihi ve son şeklinin verilmesinde.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz N (1993). Tarımda araştırma ve deneme metotları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, Yayın No: 478. ISBN-975-483-228-5. İzmir
- Adinee J, Piri K and Karami O (2009). Essential oil composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) leaves grown in Hamadan province, Iran. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 3 (Special Issue 1), 58-60. *Global Science Books*.

- Anonim (2018). Tescilli çeşit kataloğu. *Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, Yayın No :162, İzmir.
- Avcı AB ve Bayram E (2013). Geliştirilmiş İzmir kekiği (*Origanum onites* L.) klonlarının farklı ekolojik koşullarda bazı agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 50 (1): 13-20. ISSN 1018-8851.
- Baydar H ve Erdal İ (2004). Bitki büyüme düzenleyicilerinin İzmir kekiğinin (*Origanum onites* L.) yaprak kalitesine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10 (1): 9-13.
- Bengtsson G (2011). Effects of pre- and postharvest factors and food processing on glucosinolates in brassica vegetables, *Polish Journal of Food Nutrition Sciences*, 61, Suppl. 1: 72. ISSN:1230-0322
- Bhardwaj S, Rashmi and Parcha V (2019). Effect of seasonal variation on chemical composition and physicochemical properties of hedychium spicatum rhizomes essential oil, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 22 (6): 1593-1600. DOI: 10.1080/0972060X.2019.1703828.
- Bozdemir Ç (2019). Türkiye’de yetişen kekik türleri, ekonomik önemi ve kullanım alanları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29 (3): 583-594.
- Gürtunca R (2011). *Trakya koşullarında bazı kekik (Origanum spp.) genotip ve çeşitlerinin verim ve kalite unsurlarının belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, s.55. Tekirdağ.
- Hendel N, Napoli E, Sarri M, Saija A, Cristani M, Nostro A, Ginestra G and Ruberto G (2019). Essential oil from aerial parts of wild Algerian rosemary: screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 22 (1): 1-17.
- Kaçar O, Göksu E ve Azkan N (2006). İzmir kekiğinde (*Origanum onites* L.) farklı sıklıkların bazı agronomik ve kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2 (2): 51-60.
- Katar D, Kacar O, Kara N, Aytaç Z, Göksu E, Kara S, Katar N, Erbaş S, Telci İ ve Elmastaş M (2017a). Ecological variation of yield and aroma components of summer savory (*Satureja hortensis* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* 7: 131-135. DOI: 10.1016/j.jarmap.2017.07.005.
- Katar D, Olgun M, Aydın D ve Katar N (2017b). Determination of important plant characteristics in summer savory (*Satureja hortensis* L.) by some statistical methods, *Biological Diversity and Conservation* 10 (2): 113-121. ISSN 1308-8084.
- Katar N, Katar D, Temel R, Karakurt S, Bolatkıran I, Yıldız E ve Soltanbeigi A (2019). The effect of different harvest dates on the yield and quality properties of rosemary *Rosmarinus officinalis* L. plant. *Biological Diversity and Conservation*. 12 (3): 7-13. DOI: 10.5505/biodicon.2019.29292.
- Khalid AK (2016). Essential oil constituents of summer savory plants propagated and adapted under Egyptian climate. *Journal of Applied Sciences*, 16: 54-57. DOI: 10.3923/jas.2016.54.57
- Khorasaninejad S, Mousavi A, Soltanloo H, Hemmati K and Khalighi A (2010). The effect of salinity stress on growth parameters, essential oil yield and constituent of peppermint (*Mentha piperita* L.). *World Applied Sciences Journal* 11 (11): 1403-1407.
- Mammadov R (2014). Tohumlu bitkilerde sekonder metabolitler. *Nobel Akademik Yayıncılık*, Yayın No:841, ISBN: 978-605-133-743-2. S:412.
- Moukhles A, Belcadi H, Raissouni I, Ben driss A and Ibn Mansour A (2020). Chemical composition, in vitro antibacterial activity and corrosion inhibition of essential oil and hydrolat extract from aerial parts of *Thymbra capitata* (L.) cav harvested at Northern Morocco. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23 (2): 375-389. DOI: 10.1080/0972060X.2020.1760147
- Özdemir N, Özgen Y, Kiralan M, Bayrak A, Arslan N and Hassanien MFR (2017). Effect of different drying methods on the essential oil yield, composition and antioxidant activity of *Origanum vulgare* L. and *Origanum onites* L. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12: 820-825. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9696-x>
- Ramezani S, Ramezani F, Rasouli F, Ghasemi M and Fotokian MH (2009). Diurnal variation of the essential oil of four medicinal plants species in central region of Iran. *Research Journal of Biological Sciences* 4 (1): 103-106. ISSN: 1815-8846
- Ramezani, S., Rezaei, M.R. and Sotoudehnia, P (2009). Improved growth, yield and essential oil content of basil grown under different levels of phosphorus sprays in the field. *Journal of Applied Biological Sciences* 3 (2): 96-101.
- Raut JS and Karuppayil SM (2014). A status review on the medicinal properties of essential oils. *Industrial Crops and Products*, 62: 250-264.

- Reily K (2013). On farm and fresh produce management (Part II, p:198-234) in B.K. Tiwari, Brunton, N.P. and Brennan, C.S. (ed.) Handbook of Plant Food Phytochemicals Sources, Stability and Extraction, ISBN 978-1-4443-3810-2 (hardback: alk. Paper), this edition first published 2013 © 2013 by *John Wiley & Sons, Ltd.*, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK
- Rioba NB, Itulya FM, Saidi M, Dudai N and Bernstein N (2015). Effects of nitrogen, phosphorus and irrigation frequency on essential oil content and composition of sage (*Salvia officinalis* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 2: 21-29.
- Sabuncu M, Konak M ve Şahan Y (2019). Rumex acetosella L'nin biyoalınabilir antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33 (2): 197-207.
- Sönmez B (2003). Türkiye çoraklık kontrol rehberi, *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Yayın No: 33, Ankara
- Sönmez Ç (2019). Effect of different harvest times on some yield and essential oil characteristics in *Origanum onites* L. *Turkish Journal of Field Crops*, 24 (1): 106-110. DOI: 10.17557/tjfc.571844
- Tonçer Ö, Karaman S, Kızıl S and Dıraz E (2009). Changes in essential oil composition of oregano (*Origanum onites* L.) due to diurnal variations at different development stages. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37 (2):177-181.
- Yaldız G, Şekeroglu N, Özgüven M and Kırpık M (2005). Seasonal and diurnal variability of essential oil and its components in *Origanum onites* L. grown in the ecological conditions of Cukurova. *Grasas y Aceites*. 56 (4): 254-258.
- Yazdan D, Jamshidi H and Mojab F (2002). Compare of essential oil yield and menthol existent in peppermint (*Mentha piperita* L.) planted in different origin of Iran. *Journal of Medicinal Plants of Medicinal Plant Institute of Jahad Daneshgahi*, 3: 73-78.



Üreticilerin Kimyasal Gübre Kullanım Bilinç Düzeylerinin İncelenmesi: Tokat Merkez İlçe Örneği

Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU^{ID*}

^bTarım Ekonomisi Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tasliciftlik, Tokat, TÜRKİYE

(*): Sorumlu yazar, ruveyda.kiziloglu@gop.edu.tr; Tel: +90-356-252 1616-2171, Fax: +90-356-2521488

ÖZET

Verimlilik sadece tohum ile değil toprağında verimliliği ile gerçekleşebilir. Bunun için toprağın verimine etki eden olumsuz faktörler toprak analizi ile belirlenip uygun gübreler kullanılarak giderilebilir. Bu durumda kimyasal gübre kullanım bilinci ve zararlarının bilinmesi çok önemlidir. Buradan yola çıkılarak üreticilerin kimyasal gübre kullanım alışkanlıklarının incelenmesi bu araştırmanın temel amacını oluşturmaktadır. Üreticilerin bilinçli gübre kullanıp kullanmadıkları belirlemek, fazla kimyasal gübre kullanımının toprağa zararlı olup olmadığını üreticilerin bilip bilmediğini ortaya koymak ve bu bilgiyi etkileyebilecek sosyo-demografik özellikleri binary logit analizi ile test etmek araştırmanın hedefleri içindedir. Oransal örnekleme yöntemi ile belirlenen 145 üreticiye anket uygulanmıştır. Araştırma kapsamında görüşülen üreticilerin yaş ortalaması 52 ve %59.31'u ortaokul mezunudur. Üreticilerin kimyasal gübre tecrübesi 23.8 yıldır. Üreticilerin %86.21'i kimyasal gübreyi verimi artırdığı için tercih etmektedir. Üreticilerin yarısından fazlası (%62.76) gübre miktarının sürekli artması halinde bu durumun verimi artırmayacağı görüşündedir. Binary logit analiz sonucunda; üreticilerin sosyo-demografik özelliklerinin istatistiki olarak etkili olmayıp, üreticinin kimyasal gübrenin toprağa verdiği zararları (tuzlulaşma, ağır metal riski, besin maddesi dengesizliği gibi) bilmesi (farkındalıkla) ile ilişkili olduğu ortaya koymuştur.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 25.09.2020

Kabul tarihi: 17.11.2020

Anahtar Kelimeler:

- Çiftçi,
- Kimyasal Gübre,
- Gübreleme,
- Bilinç,
- Zarar

Alıntı için: Yüzbaşıoğlu R (2020). Üreticilerin Kimyasal Gübre Kullanım Bilinç Düzeylerinin İncelenmesi: Tokat Merkez İlçe Örneği Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 452-465. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.018>

Investigation of Producers 'Chemical Fertilizer Usage Awareness Levels: Tokat Center District Case

ABSTRACT

Productivity can be achieved not only by seed but also by soil fertility. For this, negative factors affecting the fertility of the soil can be determined by soil analysis and removed by using appropriate fertilizers. In this case, it is very important to know the use of chemical fertilizers and their damages. Based on this, the main purpose of this research is to examine the chemical fertilizer usage habits of the producers. Determining whether the producers use fertilizers consciously, revealing whether the producers know whether excessive use of chemical fertilizers is harmful to the soil and testing the socio-demographic characteristics that may affect this information with binary logit analysis are among the objectives of the study. A questionnaire was applied to 145 producers determined by proportional sampling method. The average age of the producers interviewed within the scope of the survey study is 52 and 59.31% are secondary school graduates. The chemical fertilizer experience of the producers is 23.8 years. 86.21% of the producers prefer chemical fertilizer as it increases the yield. More than half of the producers (62.76%) are of the opinion that if the amount of fertilizer increases continuously, this will not increase the yield. As a result of binary logit analysis; It was revealed that the socio-demographic characteristics of the producers were not statistically effective, but were related (with awareness) to the producers' knowledge of the damages (salinization, heavy metal risk, nutrient imbalance) that chemical fertilizers cause to the soil.

RESEARCH ARTICLE

Received: 25.09.2020

Accepted: 17.11.2020

Keywords:

- Farmer,
- Chemical,
- Fertilization,
- Fertilizer,
- Consciousness,
- Harm

To cite: Yuzbasioğlu R (2020). Investigation of Producers Chemical Fertilizer Usage Awareness Levels: Tokat Center District Case. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 452-465. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.018>

GİRİŞ

Toprağın verimliliğini ya da üretkenliğini korumak için ihtiyacı olan elementleri dışarıdan takviye yapılabilir. Bu takviyeler gübre, ilaç gibi müdahaleler şeklinde olur. Toprağın ihtiyacını belirlemek için toprak analizi yapılmalıdır. Analiz sonucu eksik olanlar toprağa verilmelidir. Bu bağlamda kimyasal ve organik gübreler kullanılması tercih ediliyor. Yani üretim sadece tohumun verimliliği ile değil toprağında iyi olması ile alakalıdır.

FAO (2017) verilerine göre dünyada toplam 192.224.457,06 bin ton ziraat amaçlı gübre üretilmektedir. Bunun %26.13'nü ABD (50.227.671,05 ton), %12.23'nü AB (23.500.616,33 ton) üretirken Türkiye 2.644.333,00 tonla %1.38'ni üretmektedir. Kimyasal gübre üretimi yapan dünyada toplamda 37 ülke var ve 22.258.537,25 ton üretim yapılmaktadır. Kimyasal gübre üretiminde en fazla üretim yapan ilk üç ülke sırasıyla ABD (6.812,666 ton), Hindistan (4.229,800 ton) ve Endonezya'dır (2.597,586 ton). FAO verilerine göre Türkiye gübre üretiminde dünya üretiminde çok küçük pay alırken kimyasal gübre üretiminde yeri olmadığı anlaşılmaktadır. Kimyasal gübre üretiminde dünya da yeri olmayan Türkiye tarımda kimyasal gübre kullanımında ön

plandadır. TÜİK (2018) verilerine göre 10.567,457 ton kimyasal gübre kullanılmaktadır. Kullanılan kimyasal gübrenin %68.82'si azotlu gübre, %28.99'u fosforlu gübre ve %2.19'u potasyumlu gübredir.

Araştırma ile ilgili literatür incelendiğinde; üreticilerin kimyasal gübre kullanımı (Eraslan ve ark., 2009; Yılmaz ve ark., 2009; Gizaki ve ark., 2015; Şahin, 2016; Togah ve ark., 2016), üreticilerin toprak analizi sonucuna göre gübre kullanımı (Altıntaş ve Altıntaş, 2012; Güldal ve Özçelik, 2017) ve çevre ilişkisi (Kızılaslan ve Kızılaslan, 2005; Yılmaz 2005; Atılğan ve ark., 2007; Sönmez ve ark., 2008; Boyacı ve ark., 2011; Savcı, 2012; Özalp ve Güldal, 2017) üzerine olduğu gözlenmiştir. Araştırma bölgesinde de kimyasal gübre tedarik kanalları ve kullanımı (Oruç ve Gürler, 1995; Sipahi ve Kızılaslan, 2003) ya da gübre kullanımı üzerine (Gözener ve ark., 2016) çalışmalara rastlamak mümkündür. Yani kimyasal gübre kullanımı ve kimyasal gübre kullanımının toprağa verdiği zararı bilme durumu ve bu bilgiyi etkileyen sosyo-demografik yapıyı inceleyen araştırmaya rastlanmaması araştırmanın önemini ortaya koyduğu söylenebilir.

Araştırmanın temel amacı Türkiye'de tarım açısından önemli bir yere sahip olan Tokat ilindeki üreticilerin kimyasal gübre kullanımını incelemektir. Üreticilerin bilinçli olarak mı kimyasal gübre kullandıkları yoksa verim için bilinçsiz ve toprağı yoracak şekilde mi kimyasal gübre kullandıkları bu araştırma ile ortaya konulması hedeflenmiştir. Ayrıca kimyasal gübrenin toprağa zararlı olup olmadığını üreticilerin bilip bilmediğini ortaya koymak ve bu bilgiyi etkileyebilecek sosyo-demografik özellikleri binary logit analizi ile test etmek bu araştırmanın diğer hedefleri içindedir. Bu araştırma ile üreticilerin kimyasal gübre kullanımı ve bilgisi ortaya konarak ilgili kurum ve kuruluşlara gerekli politika geliştirmeleri için ışık tutması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmanın ana materyalini 2019 Haziran ayında üreticilere uygulanan anket sonuçları oluşturmaktadır. Araştırmanın ikincil materyali ise, bu konuda yapılmış çalışmalar (tez, inceleme, derleme vb.) ve konuyla ilgili raporlardır.

Verilerin toplanması aşamasında izlenen yöntem

Ana kitleyi en iyi düzeyde temsil edecek örnek sayısının belirlenmesinde oransal yaklaşımdan yararlanılmıştır (Newbold, 1995).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_p^2 + p(1-p)} \quad (1)$$

n= örnek büyüklüğü (145), N= popülasyon büyüklüğü (61156), p= tahmin oranı (0.5 maksimum örnek büyüklüğü için), σ_p^2 = oran varyansı (maksimum örnek hacmine ulaşmak için %99 güven düzeyi çizelge değeri 2.58 ve %10 hata payı ile).

Ana kitleyi oluşturan üreticilerin özellikleri başlangıçta bilinmediği için, örnek hacmini maksimum kılacak şekilde p=0.5 olarak alınmış ve örnek hacmi 145 üretici

olarak bulunmuş (Şahin ve Miran, 2007; Cankurt ve ark., 2009; Engindeniz, 2010; Tümer ve Birinci, 2013; Kızıloğlu, 2017) ve örneğe alınan üreticiler tesadüfi olarak belirlenmiştir.

Verilerin analizi aşamasında izlenen yöntem

Araştırmada üreticilerin kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararı bilmesini etkileyen faktörleri binary logit analizi yardımı ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Modelin bağımlı değişkeni olan kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararın bilincinde olan üreticiler ve olmayan üreticilerdir.

Lojistik fonksiyon (LOGIT) genel fonksiyonel formülü (Gujarati, 1992);

$$F_i(\beta X_i) = \frac{\exp(\beta X_i + \varepsilon_i)}{1 + \exp(\beta X_i + \varepsilon_i)} \quad (2)$$

$F(\beta X_i)$ = İndex fonksiyonunu (I nci üreticiler için gözlenen kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararı bilme durumu, bilmeyenler için $j=0$; bilenler için $j=1$)

β = Açıklayıcı değişkenlerin katsayı vektörünü

X_i = Üreticilerin karakterlerini temsil eden açıklayıcı değişkenleri

ε_i = Hata terimini göstermektedir.

Lojistik modelde yer alan bazı değişkenler, kategoriler arası farklılıkları olasılık oranları olarak elde edilebilmek üzere kategorik değişkene çevrilmiştir. Bağımlı değişken ile ilişkilendirilmesi yani açıklaması daha kolay ya da anlaşılır olması için açıklayıcı değişkenler kukla değişken halinde modele alınmış ve tahmin edilen olasılık değerleri 0 ile 1 olarak kodlanmıştır.

Modele açıklayıcı değişken olarak; üreticilerin yaşı (sürekli değişken), eğitim durumu (Okuryazar 0 ile, ilkokul mezunu olanlar 1, Ortaokul mezunu olanlar 2, Lise mezunu olanlar 3, Ön lisans mezunu olanlar 4 ve Üniversite mezunu olanlar 5 olarak kodlanmıştır), üreticilerin tahmini aylık gelirleri (sürekli değişken), üreticilerin sahip oldukları tüm arazi varlığı (sürekli değişken), gübreleme konusu ile ilgili seminere katılma durumu (katıldıysa 1, katılmadıysa 0 olarak kodlanmıştır), kimyasal gübrenin toprağa verdiği zararlar içinde toprakta tuzlulaşmaya neden olma, ağır metal kirliliği ve besin maddesi dengesizliğine neden olma durumu gibi faktörler (bilenler 1 olarak bilmeyenler 0 olarak kodlanmıştır) dahil edilmiştir. Çizelge 1'de modeldeki bağımlı ve açıklayıcı değişkenlerin kodları, açıklamaları ve bazı istatistikî özellikleri verilmiştir.

Çizelge 1. Binary logit modelinde kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri
Table 1. Descriptive statistics of variables used in binary logit model

Kodu	Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maximum
Bağımlı Değişken (Y)	Kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararlar hakkında bilgisinin olma durumu Bilgisi olan:1 Bilgisi olmayan:0	0.676	0.470	0.0	1.0
Yaş	Üreticinin Yaşı (Sürekli Değişken)	51.538	11.683	23.0	75.0
Eğitim Durumu	Üreticinin Eğitim Durumu Okuryazar:0 İlkokul:1 Ortaokul:2 Lise:3 Ön lisans:4 Üniversite:5	2.462	1.054	0.0	6.0
Gelir	Üreticinin Aylık tüm Geliri (Sürekli Değişken)	6818.774	6813.933	666.6667	33333.33
Arazi	Üreticinin Sahip Olduğu Tüm Arazi (Sürekli Değişken)	27.248	22.872	3.0	133.0
Eğitim	Gübre kullanımı hakkında herhangi bir eğitime katılma durumu Katılan:1 Katılmayan:0	0.124	0.331	0.0	1.0
Tuzlulaşma	Topraklarda tuzlanma yapma durumu Bilen:1 Bilmeyen:0	0.607	0.490	0.0	1.0
Ağır Metal	Ağır metal birikimi yapma durumu Bilen:1 Bilmeyen:0	0.310	0.464	0.0	1.0
Besin Maddesi	Besin maddesi dengesizliği yapma durumu Bilen:1 Bilmeyen:0	0.124	0.331	0.0	1.0

BULGULAR ve TARTIŞMA

Üreticilerin sosyo-ekonomik özellikleri

Tarımsal üretim yapan üreticilerin işletmeciliğini daha iyi kavramak için üreticilik bilgileri yanında üreticinin sosyo-ekonomik yapısını da bilmek gerekir. Çizelge 2'de üreticilerin sosyo-ekonomik yapısını ortaya koyacak bazı faktörler incelenmiştir. Araştırma kapsamında görüşülen üreticilerin yaş ortalaması 52 olarak belirlenmiştir. Yani üreticilerin aktif çalışabilir yaş aralığında olduğu söylenebilir. Aynı araştırma bölgesinde kimyevi gübre destekleri üzerine yapılan bir araştırma da üreticilerin %51.85'nin yaş aralığı 51 ve üzeri (Altıntaş ve Altıntaş, 2012) ve kimyasal gübre çevre

ilişkinini inceleyen araştırmada üreticilerin %54.90'nın yaş aralığı 39-58 yaş aralığında (Kızılaslan ve Kızılaslan, 2005) olduğunu göstermişlerdir. Yılmaz ve ark. (2009) Isparta ilindeki üreticilerin yaş ortalamasını 50.89 olarak belirtmişlerdir. Yurt içinde benzer sonuçlara rastlanırken yurt dışı araştırmalarda farklı sonuçlara rastlamak mümkündür. Örneğin Giyaki ve ark. (2015) Nijerya da yaptıkları araştırmalarında üreticilerin %33.5'i 35-44 yaş aralığında olduğu belirlenmiştir. Yani tarım ağırlıklı başka ülkelere göre Türkiye'deki üreticilerin genç nüfus aralığından biraz yüksek yaş aralığında olduğu söylenebilir.

Üreticilerin yarısından fazlasının (%59.31) ortaokul mezunu olduğu Çizelge 2'den anlaşılmaktadır. Eğitimin bilinçlenme konusunda büyük önem taşıdığı göz önüne alınırsa eğitim durumunu yükselterek başarılı kararların alınmasına ve kaynakların etkin kullanılmasına fayda sağlanacaktır. Benzer olarak Yılmaz ve ark. (2009) Isparta ilindeki üreticilerin eğitim süresinin ortalama 7 yıl olarak bulmuşlardır. Yaş/eğitim gibi sosyal faktörler üretimde etkili olduğu gibi ekonomik yapısı üzerine de etkisi büyüktür. Ekonomik yapının en büyük göstergesi de gelir olacağından üreticilerin gelir durumu araştırılmıştır. Üreticilerin aylık ortalama tarımsal geliri 2.355,25 TL iken tarım dışı geliri 2.108,28 TL olarak hesaplanmıştır. Görüşülen üreticilerin %55.86'ı sadece çiftçilikle uğraşırken, %35.86'sı aynı zamanda emeklidir. Üreticilerin %83.45'nin sağlık sigortası olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre üreticilerin %84.14'nün arazilerinin kendilerine ait olduğu ve toplamda işletme başına 27.24 da arazisi düştüğü gözlenmiştir. Altıntaş ve Altıntaş (2012) kimyevi gübre desteği üzerine yaptıkları araştırmalarında üreticilerin %69.63'nün arazilerinin mülk arazisi olduğunu bulmuşlardır. Yani aynı bölgede yapılan araştırmanın sonucu ile paralel bir sonuç içerisinde olduğunun göstergesidir. Üreticilerin sadece %7.59'u bitkisel üretim ürün sigortası yaptırırken, %92.41'inin yaptırmadığı Çizelge 2'den anlaşılmaktadır.

Üreticilerin kimyasal gübre kullanımı

Üreticilerin ortalama 23.8 yıldan beri kimyasal gübre kullandıkları belirlenmiştir. Başka bir araştırmada paralel bir sonuca rastlamak mümkündür. Kızılaslan ve Kızılaslan (2005) üreticilerin 24 yıldır gübreleme yaptığını ortaya koymuşlardır. Gizaki ve ark. (2015), Nijerya'daki üreticilerin %47'sinin deneyimlerinin 11-20 yıl aralığında olduğunu tespit etmiştir, tabii söz konusu ülkedeki üreticilerin yaşlarının genç nüfus olduğu göz önüne alınırsa bu sonuçta yanlış olmaz. Üreticilerin %88.97'si kimyasal gübre fiyatlarını pahalı bulurken %11.03'ü fiyatları uygun bulmaktadır. Üreticilerin %48.97'si gübrelemeyi elle yaparken %38.62'si makineyle gübreleme yapmaktadır.

Çizelge 3'de üreticilerin çiftlik gübresi ya da kimyasal gübreden hangisini daha çok tercih ettikleri verilmiştir. Çizelgeye göre üreticilerin en çok kimyasal gübreyi (%55.17) tercih ederken, %44.83'ü en çok çiftlik gübresini kullanmayı tercih etmektedir.

Çizelge 2. Üreticilerin genel özellikleri**Table 2.** General characteristics of the producers

		Frekans	%	Ortalama
Yaş				51.54
Eğitim Durumu	Okuryazar	6	4.14	
	İlkokul	2	1.38	
	Ortaokul	86	59.31	
	Lise	29	20.00	
	Ön lisans	18	12.41	
	Üniversite	4	2.76	
TOPLAM		145	100.00	
Tarım dışı bir işle uğraşma durumu	Evet	64	44.14	
	Hayır	81	55.86	
	TOPLAM	145	100.00	
Tarım dışı uğraştığı iş	İşçi	8	5.52	
	Memur	4	2.76	
	Emekli	52	35.86	
	Çalışmıyor (Sadece çiftçi)	81	55.86	
	TOPLAM	145	100.00	
Sağlık Sigortası olma durumu	Olan	121	83.45	
	Olmayan	24	16.55	
	TOPLAM	145	100.00	
Gelir (TL/ay)	Tarımsal Gelir			2.420,11
	Tarım Dışı gelir (hanedeki tüm maaş ve diğer gelirler)			2.108,28
Bitkisel ürün sigortası yaptırma durumu	Yaptıran	11	7.59	
	Yaptırmayan	134	92.41	
	TOPLAM	145	100.00	
Arazi varlığı* (da)	Mülk	122	84.14	24.29
	Kira	33	22.76	20.61
	Ortakçı	22	15.17	13.95

*Birden fazla seçenek işaretlendiğinden %100 aşmaktadır.

Çizelge 3. Üreticilerin tarımsal üretim yaparken en çok kullandığı gübre çeşidi**Table 3.** The most used fertilizer types of the producers in agricultural production

	Frekans	%
Çiftlik gübresi	65	44.83
Kimyasal gübre	80	55.17
TOPLAM	145	100.00

Çizelge 4'den anlaşılacağı gibi üreticilerin %63.45'i kimyasal ve çiftlik gübresini birlikte kullanmaktadır. Az oranlarda olsa da organik gübre karıştırarak kullandıkları anlaşılmaktadır. Atılgan ve ark. (2007), Antalya'daki üreticilerin kimyasal gübre kullanımı üzerine yaptıkları araştırmalarında üreticilerin organik, kimyasal ve çiftlik gübresini birlikte kullanmayı en fazla tercih ettiklerini ortaya konulmuştur. Yani Türkiye'ni daha batısında yer alan ve sera da üretim yapan üreticilerin üçlü gübre kombinasyonunu birlikte kullanmayı tercih ederken, Türkiye'nin daha doğusunda yer alan Tokat ilindeki üreticilerin üçlü gübre kombinasyonunu bir arada kullanmayı daha az tercih ettikleri sonucu ortaya çıkıyor. Tokat ilinde en fazla kullanılmayı tercih edilen kimyasal ve çiftlik gübresi Antalya ilindeki üreticilerin en az birlikte kullanmayı tercih ettikleri birleşenlerdir. Gübrelere birlikte kullanılmadaki farklılık nedenleri olarak

bölge farkı, yetiştiricilik farkı ya da üreticilerin gübre seçimindeki bilinç farkı olarak söylenebilir.

Çizelge 4. Üreticilerin birlikte kullandıkları gübre kompleksi

Table 4. Fertilizer complex that the producers use together

	Frekans	%
Kimyasal ve çiftlik gübresi	92	63.45
Kimyasal ve organik gübre	32	22.07
Organik, kimyasal ve çiftlik gübresi	21	14.48

*Birden fazla seçenek işaretlendiğinden %100 aşmaktadır.

Çizelge 5'te görüleceği üzere üreticilerin kullandıkları azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübreleri daha çok bayiden temin etmektedirler. Üreticiler bir dekarlık alana en fazla azotlu gübre (9.79 kg/da) kullanırlarken, en az potasyumlu gübre (2.37 kg/da) kullanmaktadırlar. Kızılaslan ve Kızılaslan (2005), yaptıkları araştırmalarında buğday, şeker pancarı, patates ve silajlık mısır için üreticilerin kullandıkları en fazla gübre oranı azotlu gübre olarak tespit etmişlerdir. Araştırmadaki gübre kullanım sırasına paralel literatürde çalışmalara rastlamak mümkündür. Örneğin Yılmaz ve ark. (2009) Isparta ilindeki üreticilerin dekarlık alana en fazla azot (29.27 kg/da), takiben fosfor (8.77 kg/da) ve potasyum (5.52 kg/da) olarak uyguladıklarını tespit etmişlerdir. Üreticilerin temin ettiği gübre çeşitlerinin bir kg veya bir litresini satın aldıkları dönemdeki fiyatları baz alınarak birim fiyatlar oluşturulmuştur.

Çizelge 5. Üreticilerin tek besin maddesi içeren gübre çeşidini temin yerleri, satın alım miktarı ve birim fiyatları

Table 5. Where producers can obtain fertilizer types containing single nutrients, purchase quantity and unit prices

	Azotlu Gübre			Fosforlu Gübre			Potasyumlu Gübre		
	Miktar (kg/da)	Birim Fiyat (TL)	%	Miktar (kg/da)	Birim Fiyat (TL)	%	Miktar (kg/da)	Birim Fiyat (TL)	%
Kendi	0.84	56.25	5.52	0.61	40.00	5.52	0.13	125.00	2.76
Tüccar	1.44	37.89	13.10	1.97	50.48	14.48	-	-	-
Bayi	4.53	48.95	42.76	5.25	67.22	49.66	1.47	71.85	18.62
Tarım kredi koop.	2.99	42.63	11.03	1.80	67.25	11.03	0.77	68.00	6.90

*Birden fazla seçenek işaretlendiğinden %100 aşmaktadır.

Üreticiler kullandıkları kimyasal gübre çuvalları üzerindeki N-P-K simgesini bildiklerini öğrenmek için üreticiye direk sorulmuş ve alınan cevaplar Çizelge 6'da verilmiştir. Üreticilerin %43.45'i kullandıkları gübre çuvallarının üzerindeki N-P-K simgesinin azot-fosfor-potasyum olduğunu bilirken yarısından fazlasının (%52.41) simge hakkında hiçbir bilgisinin olmadığını dile getirmişlerdir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Üreticiler satın aldıkları gübre çuvalı üzerindeki N-P-K simgesinin açılımı
Table 6. Information about the N-P-K symbol on the fertilizer bag they purchased

	Frekans	%
Mikro element-mikrobiyal-orgomineral	-	-
Azot-fosfor-potasyum	63	43.45
Mikro element-fosfor-potasyum	2	1.38
Azot-mikrobiyal- orgomineral	4	2.76
Bilgisi olmayan	76	52.41
TOPLAM	145	100.00

Üreticilerin %85.52'si kimyasal ilaç kullanımı yanında başka gübrelere kullanırken, %14.48'i sadece kimyasal gübre kullanmaktadır. Üreticilerin yarısından fazlası (%53.10) kimyasal gübre kullanırken, kimyasal gübre çeşitleri içinde en çok azotlu gübre, en azda potasyum gübresi tercih etmektedirler. Bu da Türkiye topraklarının potasyum içeriğinin yeterli olduğu fikrinin yaygın olmasından kaynaklanıyor olabilir (Uysal ve Kaya, 2019).

Üreticilerin %86.21'i kimyasal gübreyi verimi artırdığı için tercih ettikleri belirlenmiştir. Paralel bir sonucu literatürde rastlamak mümkündür. Tayoh ve ark. (2016) Kamerun Buea'da yaptıkları araştırmalarında üreticilerin %91'i kimyasal gübrenin üretimin verimini artırdığı düşüncesindedir. Üreticilerin kimyasal gübre seçiminde dikkat ettikleri hususlar incelendiğinde en fazla toprağa ve ürüne sağladığı yarara (%53.79) bakılırken, diğer hususlar sırasıyla %34.48'i daha önce denenmiş olmasına, %26.90'ı toprağa uygunluğuna ve %22.07'si fiyatına baktığı özellikler olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 7).

Çizelge 7. Üreticilerin kimyasal gübre tercih etmesi hakkında bilgiler

Table 7. Information on the preference of producers for chemical fertilizers

	Frekans	%	
Kimyasal gübre seçiminde dikkat edilen hususlar	Gübre fiyatına	32	22.07
	Toprağa uygunluğuna	39	26.90
	Daha önce denenmiş olmasına	50	34.48
	Toprağa ve ürüne sağladığı yarara (Geçmiş tecrübesine)	78	53.79

*Birden fazla seçenek işaretlendiğinden %100 aşmaktadır.

Üreticilerin kimyasal gübre kullanımında yaşadıkları sorunlar Çizelge 8'de verilmiştir. Üreticilerin %55.17'lik oranla en fazla yaşadıkları sorun gübre fiyatlarındaki artıştır. Fiyat artışı sorununu sırasıyla alım gücü azlığı, ürün fiyatlarının azlığı ve desteklemelerin yetersizliği takip etmektedir.

Çizelge 8. Üreticilerin kimyasal gübre kullanımında yaşadıkları sorunlar

Table 8. Problems of producers in using chemical fertilizers

	Frekans	%
Gübre fiyatlarının artması	80	55.17
Çiftçinin alım gücü	78	53.79
Ürün fiyatının düşük olması	54	37.24
Desteklemelerin yetersiz olması	27	18.62

*Birden fazla seçenek işaretlendiğinden %100 aşmaktadır.

Üreticilerin kimyasal gübre kullanımındaki bilgi durumu

Bitkisel üretimde verimin artırarak üreticiler bitkisel üretimden elde edilen geliri artırmayı amaçlar. Verimin artırmanın çeşitli yolları vardır, bu yollardan biri de gübre uygulamaktır. Toprağın isteği ya da ihtiyacına yönelik gübre kullanımı bilinçli bir kullanım sayılabilir.

Araştırmanın bu bölümünde üreticilerin kimyasal gübre kullanımındaki bilgi düzeyi çeşitli sorularla ortaya konulmaya çalışılmıştır. Üreticilerin %87.59'u daha önce gübre kullanımı hakkında herhangi bir eğitime katılmazken sadece %12.41'i konu ile ilgili eğitim programına katıldığını ifade etmişlerdir. Gübre konusu ile ilgili herhangi bir eğitime katılmayan üreticilerin %75.17'si eğitim almak istediğini belirtmişlerdir. Kamerun Buea'da yapılan araştırmada benzer sonuca rastlanmış, Tayoh ve ark. (2016) araştırmasında üreticilerin %85'i kimyasal uygulama hakkında resmi bir eğitim almadıklarını göstermiştir.

Üreticilerin kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararlar hakkında bilgisinin olup olmadığı ve kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararlar Çizelge 9'da verilmiştir. Üreticilerin %67.59'u kimyasal gübrelerin toprağa verdiği zararlar hakkında bilgisi olduğunu dile getirirken, %32.41'i bilgisi olmadığını beyan etmişlerdir. Üreticiler kimyasal gübrelerin toprağa verdiği zararlar içinde en fazla toprakta tuzlulaşmaya neden olduğunu (%60.69) belirtirken, ikinci sırada ağır metal birikimine (%31.03) ve üçüncü sırada ise sularda kirliliğe (%16.55) neden olacağını belirtmişlerdir. Paralel bir sonucu Gizaki ve ark. (2015) Nijerya'da yaptıkları araştırmalarında bulmuşlardır. Nijerya'daki üreticilerin %84'ü kimyasal gübrelemenin bitkisel üretime zararı olmadığını yani kimyasal mücadele bilincinin düşük olduğu sonucuna varmışlardır. Kızılaslan ve Kızılaslan (2005) Tokat ili Artova bölgesinde yaptıkları araştırmalarında üreticilerin %57.14'ü kimyasal gübrenin toprak kirliliğine neden olacağı görüşündedir. Yani geçen yıllara karşın üreticiler kimyasal gübrenin zararları hakkında fikirleri değişmemiş ama hala bilinçsiz kullanım devam etmekte denilebilir Farklı bölgede yakın zamanda yapılan araştırmada paralel bir sonuca rastlanmıştır. Özalp ve Güldal (2017) Adana ilinde yaptıkları araştırmalarında üreticilerin %78.9'nun kimyasal gübre kullanımı zamanla toprağa zarar vermekte olduğunu ve toprağı verimsizleştirdiği görüşündedirler. Kimyasal gübrenin zararını Savcı (2017) tarımsal bir kirletici adlı araştırmada önemini incelerken, Sönmez (2008) toprak tuzluluğu, ağır metal birikimi, ötrafikasyon, sularda nitrat birikimi gibi çevreye zararları olduğunu vurgulamıştır.

Çizelge 9. Üreticilerin kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararlar hakkında bilgisi
Table 9. Information of producers about the damage of chemical fertilizers to the soil

		Frekans	%
Kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararlar hakkında bilgisinin olma durumu	Bilgisi olan	98	67.59
	Bilgisi olmayan	47	32.41
TOPLAM		145	100.00
Kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararlar	Topraklarda tuzlanma	88	60.69
	Ağır metal birikimi	45	31.03
	Besin maddesi dengesizliği	18	12.41
	Sularda kirlilik	24	16.55
	Ozon tabakasının incelmesi	4	2.76
	Sera etkisi	4	2.76

*Birden fazla seçenek işaretlendiğinden %100 aşmaktadır.

Üreticilerin yarısından fazlasının kimyasal gübre kullanımının zararlı olacağı görüşünde ve bunu takiben bilinçsiz kimyasal gübre kullanımının önüne geçilmesi için üreticilerin kendi görüşleri öğrenilmek istenmiştir. Üreticilerin %82.07'sine göre eğitimin olması bilinçli gübre kullanımında çok önemli olacağını düşünmektedir.

Çizelge 10'da üreticilerin kimyasal gübre uygulaması yaptığı durumlar verilmiştir. Üreticilerin %57.93'ü kimyasal gübreyi kendi bilgisi ve tecrübesine göre uyguladığını söylerken, %53.10'nu ürünlerinde verim düşüklüğü gördüğü zaman uyguladığını söylemiştir. Üreticilerin sadece %6.90'nı toprak analizi yaptırdıktan sonra eksikliğine göre kimyasal gübre takviyesi yaptığını belirtmiştir. Kızılaslan ve Kızılaslan (2005), Tokat Artova bölgesinde yaptıkları araştırmalarında %68.63'nün kendi tecrübelerine göre gübreleme yaptıklarını ortaya koymuşlardır. 14 yıl sonra Tokat merkezde yapılan araştırmada sadece oranın azaldığı ancak üreticilerin hala en fazla kendi tecrübelerine göre gübreleme yapmayı tercih ettikleri anlaşılmaktadır. Üreticilerin gelenekçi olduğu yani bilgiden, eğitimden daha çok kendi (atadan görme) bilgileriyle hareket ettiği ve yıllar geçtikçe değişmediği sonucu çıkarılabilir. Araştırma alanı dışında yerli başka literatürde benzer sonucu ortaya koymuştur. Yılmaz ve ark. (2009) Isparta ilindeki üreticilerin %33.67'sinin kendi tecrübelerine göre kimyasal gübre uygulaması yaptığını ortaya koymuş fakat yaş ortalamasını 50.89 olarak belirtmişlerdir.

Çizelge 10. Üreticilerin kimyasal gübre uygulaması yaptıkları durumlar
Table 10. When producers make chemical fertilizers

	Frekans	%
Kendi bilgi ve tecrübeleri üzerine	84	57.93
Verim düşüklüğü görüldüğü durumlarda	77	53.10
Ziraat mühendisleri önerdikleri durumda	31	21.38
Toprak analizi yaptırdıktan sonra, element eksikliği görüldüğü durumlarda	10	6.90

*Birden fazla seçenek işaretlendiğinden %100 aşmaktadır.

Üreticilerin kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararları bilmesini etkileyen faktörler
 Toprak analizi sonucunda toprakta eksikliği bulunan element/elementlere göre kimyasal gübre uygulaması yapılması hem toprak hem de yetiştirilecek ürün için önemlidir. Yani kimyasal gübre kullanımı üretimden, alışkanlıktan ziyade ihtiyaca göre yapılması önemlidir. Bilinçsiz uygulamanın toprağı bozacağı/kirleteceğı gibi ürüne de çevreye de zararı vardır. Buradan yola çıkarak üreticilerin kimyasal gübrenin toprağa verdiği zararları bilme durumuna etki edecek bazı sosyo-ekonomik faktörler baz alınarak istatistiki olarak analiz edilmiştir. Analiz sonucunda McFadden R² ve önem seviyesine göre hipotez anlamlı bulunmuş ve yorumlanabilir çıkmıştır. McFadden R² analizine göre açıklayıcı değişkenler modelin %70'ni açıklaya bilmiştir ve buda kabul edilebilir bir orandır. Modelin önem seviye istatistiki olarak her önem seviyesinde anlamlı olduğu Çizelge 11'de görülmektedir. Düzeltilmiş R² bire yakın olması istenilir, modelde 0.91 bulunmuş ve bu da oldukça yüksek bir oran olup modelin yorumlanması istatistiki olarak izin vermektedir. Analiz sonucunda üreticilerin geliri, kimyasal gübrelerin toprağa verdiği zararları (topraklarda tuzlulaşmaya neden olması, ağır metal kirliliğı ve besin maddesi dengesizliğı gibi) bilme ile zararları bilme bilinci arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu ilişki %1 önem seviyesinde anlamlı bulunan üreticilerin geliri ile kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararları bilme durumu arasında negatif yönlü bir ilişki söz konusudur. Üreticilerin gelirindeki bir birimlik artış kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararları bilme durumunu %10 olasılıkla azaltacaktır. Yani geliri arttıkça üreticiler ya kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararları bilmiyor ya da ürünün verimini artacağı inancı ile daha fazla kimyasal gübre kullanmayı tercih ediyor.

%10 önem seviyesinde anlamlı bulunan kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararları bilme durumu ile topraklarda tuzlulaşmaya neden olma, ağır metal kirliliğı ve besin maddesi dengesizliğı durumları arasında pozitif yönlü bir ilişki söz konusudur. Kimyasal gübre kullanımı toprakta tuzlulaşmaya neden olacağını bilenler bilmeyenlere göre %43 oranla kimyasal gübrenin zararlı olduğu görüşündedir. Toprakta ağır metal birikimine neden olacağını bilen üreticiler bilmeyen üreticilere göre %34 oranla daha fazla kimyasal gübrenin zararlı olduğunun bilincindedir. Kimyasal gübre kullanımı toprakta besin maddesi dengesizliğine neden olacağını bilenler bilmeyenlere göre %35 oranla kimyasal gübrenin zararlı olduğu inancındadır.

Çizelge 11. Üreticilerin kimyasal gübrelerin toprağa yaptığı zararları bilmesini etkileyen faktörlerin binary logit analiz sonucu

Table 11. Binary logit analysis result of factors affecting producers' knowing the damage of chemical fertilizers to soil

	Kat Sayı	Standart Hata	z	|z|>Z*	Marjinal Etki
Sabit	-0.798	2.575	-0.31	0.757	
YAS	-0.006	0.036	-0.17	0.868	-0.001
ED	0.051	0.372	0.14	0.891	0.003
GELİR	-0.001*	0.943	-1.92	0.055	0.101*
ARAZI	0.005	0.022	0.24	0.809	0.001
EGİTİM	0.877	1.187	0.74	0.460	0.054
TUZLAMA	4.734***	0.980	4.83	0.000	0.434***
AGİRMETL	29.500	0.146	0.00	1.000	0.342***
BESİN MAD	32.003	0.199	0.00	1.000	0.351***

Not: ***, **, * ==> Önem seviyesinde temsili %1, %5, %10

Log Likelihood Function -27.23865, Restricted Log Likelihood -91.34264

Chi Squared [8 D.F.] 128.20798, Significance Level 0.00000

McFadden Pseudo R-Squared 0.7017970

SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre üreticilerin kimyasal gübre kullanımı azımsanmayacak kadar fazladır. Kimyasal gübre kullanımı kendi bilgi ve tecrübelerine göre olmasına karşın kullanılan kimyasal gübrelerin üstündeki simgelerin üreticiler tarafından bilinmemesi çok da şaşılacak bir sonuç olmamaktadır.

Üreticiler kimyasal gübrelerin toprağa zarar verdiği ve verdiği zararlar hakkında bilgili olduğu fakat kimyasal gübre ile yapılacak üretimin bitkisel verimi artırdığı görüşündedir. Üreticilerin büyük bir kısmı (%87.59) gübre konusu ile ilgili hiçbir eğitim almamış ya da seminere katılmamıştır. Ancak üreticiler bilinçsiz gübre kullanımına karşı eğitimin alınması görüşündedir. Yani araştırmanın bu sonuçları doğrultusunda üreticilerin geleneksel üretime devam ettikleri ancak bazı hatalar neticesinde bilgilerinin yetersiz olduğu ve eğitimin gerektiği görüşündedir. Bu sonuçlar neticesinde bölge üreticilerin ilgili kurum/kuruluşların acilen eğitim ya da seminer programı uygulaması önerilebilir.

Analiz sonucunda üreticilerin sosyo-demografik özelliklerine nazaran üreticilerin kimyasal gübrenin toprağa ne gibi zararlar verdiği unsurları (tuzlulaşma, ağır metal kirliliği, besin maddesi dengesizliği gibi) bilmeye ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Yani üreticilerin eğitim durumu, yaşı ve arazi varlığı ile kimyasal gübrenin zararlı olduğunu bilmesi arasında istatistiksel olarak ilişki olmadığı araştırmanın sonuçları doğrultusunda söylenebilir. İstatistiksel olarak kimyasal gübrenin toprağa yaptığı çeşitli zararlar ile kimyasal gübrenin zararlarını bilme durumu arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Kısacası üreticiler kimyasal gübrenin zararlı olduğunu biliyor ve zararlarının ne olduğunun bilincinde olduğu söylenebilir. Üreticiler verimin artması dolayısıyla gelirinin artması için kimyasal gübre kullanımını kendi tecrübelerine göre yani bilinçsiz şekilde yapmaktadır. Araştırmanın bir sonraki araştırmalara ya da ilgili kurum/kuruluşlara ışık tutması için bitkisel üretim yapan işletmecilerin bilinçsiz ve kendi tecrübelerine yönelik kimyasal gübre kullanımı olduğu söylenebilir ve eğitimler için bir öneri oluşturulabilir. Üreticilere verilecek eğitimler kimyasal gübrenin zararı veya zararları üzerine değil kimyasal gübrenin toprak analizi sonucu ile ne kadar ne zaman ve nasıl verilmesine yönelik olması önerilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZAR KATKISI

Yazar, makaleye %100 katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Altıntaş G ve Altıntaş A (2012). Kimyevi gübre ve toprak tahlili desteğinin sosyo-ekonomik açıdan incelenmesi (*Tokat ili örneği*). *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 18 (1 ve 2): 55-68.
- Atılğan A, Coşkan A, Saltuk B ve Erkan M (2007). Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. *Ekoloji Dergisi*, 15 (62): 37-47.
- Boyacı S, Akyüz A ve Kükürtçü M (2011). Büyükbaş hayvan barınaklarında gübrenin yarattığı çevre kirliliği ve çözüm olanakları. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 4 (1): 49- 55.

- Cankurt M, Miran B ve Gülsoylu E (2009). Çiftçilerin traktör tercihlerinin konjoint analizi ile belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 5(1): 29-34.
- Engindeniz S (2010). İzmir'de domates üreticilerinin sulama ve kuraklıkla ilgili tutum ve davranışlarının analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (3): 321-330.
- Eraslan F, İnal A, Güneş A, Erdal İ ve Coşkan A (2010). *Türkiye'de kimyasal gübre üretim ve tüketim durumu, sorunlar, çözüm önerileri ve yenilikler*. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara.
- Gizaki LJ, Alege AA and Iwuchukwu JC (2015). Farmer's perception of sustainable alternatives to the use of chemical fertilizers to enhance crop yield in Bauchi state Nigeria. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 1 (5): 242- 250.
- Gözener B, Sayılı M ve Yurdabakan M (2016). Agricultural chemical use in tomato farming in Kazova Region of Tokat Province. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 5(5): 451-458.
- Güldal H ve Özçelik A (2017). Buğday yetiştiriciliğinde toprak analizi sonucuna göre kullanılan gübrenin maliyete etkilerinin belirlenmesi: Konya ili Cihanbeyli ilçesi örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14 (1): 9-15.
- Kızılaslan H ve Kızılaslan N (2005). Türkiye'de kimyasal gübre kullanımı ve Tokat ili Artova ilçesinde kimyasal gübredeki uygulamalar, gübreleme-çevre ilişkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Yayınları*, No: 129, 42 s, Tokat.
- Kızıloğlu R (2017). Üreticilerin Tarım sigortası yaptırmaya etkileyen faktörlerin belirlenmesi (Konya ili Akşehir ilçesi örneği). *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 32 (1): 19-26.
- Newbold P (1995). Statistics for business and economics. *Prentice-Hall*, New Jersey.
- Oruç E ve Gürler AZ (1995). Tokat ili Kazova Yöresi'nde kimyasal gübrelerin tedarik ve kullanımı üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12: 56-68.
- Özalp B ve Güldal H (2017). Tohum, kimyasal gübre ve ilaç kullanımı açısından mısır üreticilerinin çevre ve insan sağlığı üzerine duyarlılığı: Adana ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23 (1): 13-24.
- Polat H, Güngör İ ve Koca C (2013). A study on the compliance of nitrogen fertilizers used in Turkey to the standards and regulations. *Toprak Su Dergisi*, 2 (2): 102-111.
- Savci S (2012). An agricultural pollutant: Chemical fertilizer. *International Journal of Environmental Science and Development*, 3: 77-79.
- Sipahi C ve Kızılaslan H (2003). Tokat ili Artova ilçesinde kimyasal gübrelerin tedarik ve kullanımı üzerine bir araştırma. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20: 17-25.
- Sönmez İ, Kaplan M ve Sönmez S (2008). Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Derim*, 25 (2): 24-34.
- Şahin A ve Miran B (2007). Çiftçi algılarına göre bitkisel ürünlerin risk haritası Bayındır ilçesi örneği. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44 (3): 59-74.
- Şahin G (2016). Türkiye'de gübre kullanım durumu ve gübreleme konusunda yaşanan problemler. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 22 (1): 19-32.
- Tayoh LN, Kiyo MLI and Nkemnyi MF (2016). Chemical fertilizer application and farmers perception on food safety in Buea, Cameroon. *Agricultural Science Research Journal*, 6 (12): 287-295.
- TUİK (2018), http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (15.01.2029).
- Tümer Eİ ve Birinci A (2013). TRA I Bölgesindeki çiftçilerin riske karşı tutumları açısından sosyoekonomik özellikleri. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 7 (1): 55-66.
- Uysal E ve Kaya E (2019). Türkiye florasında doğal olarak yetişen ve ilkbaharda çiçeklenen farklı acı çiğdem (*Colchicum spp.*) türlerine ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Bahçe*, 48 (1): 9-18.
- Yılmaz H (2005). *Kimyasal gübre kullanımının çevresel etkilerinin teknik ve ekonomik açıdan değerlendirilmesi*, I. Çevre ve Ormanlık Şurası, Tebliğler, 1. Cilt, s: 118-128, 21-24 Mart, Antalya.
- Yılmaz H, Demircan V ve Gül M (2009). Üreticilerin kimyasal gübre kullanımında bilgi kaynaklarının belirlenmesi ve tarımsal yayım açısından değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1): 31-44.



Research Article (Araştırma Makalesi)

Tokat İli Bağ Alanlarında *Arabid mosaic virus*, *Grapevine fleck virus* ve *Grapevine Syrah virus-1* Etmenlerinin Varlığının Moleküler Olarak Belirlenmesi

Vildan KİLİNÇ¹, Şerife TOPKAYA¹ *

¹Bitki Koruma Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, 60240, Tasliciftlik, Tokat, TÜRKİYE

(*): Sorumlu yazar, Tel: +90-356-2521616, Fax: +90-356-2521488

ÖZET

Bu çalışma, bağ yetiştiriciliğinin oldukça önemli olduğu Tokat ilinde üretilen asmalarda verim kaybına neden olan bazı viral etmenleri tespit etmek için yürütülmüştür. Tokat Merkez ve ilçelerinden alınan 196 asma örneği, *Grapevine fleck virus* (GFkV), *Grapevine Syrah virus-1* (GSyV-1) ve *Arabid mosaic virus* (ArMV) etmenlerinin varlığını tespit etmek için, virüslere spesifik primerlerle RT-PCR yöntemi uygulanmıştır. Yapılan RT-PCR analizleri sonucunda ArMV (429 bp), GFkV (714 bp) ve GSyV-1 (611 bp) için beklenen düzeyde DNA amplifikasyonları gözlenmiştir. RT-PCR sonucunda, sırası ile ArMV (% 9.7), GSyV-1 (%6.6), GFkV (%0.5) etmenleri tespit edilmiştir. ArMV en çok Erbaa ilçesinde gözlemlenirken, GFkV sadece Tokat Merkez'de, GSyV-1 ise en çok Pazar ilçesinde tespit edilmiş ve Merkez ve Erbaa'da tespit edilmemiştir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Alınış tarihi: 29.06.2020
Kabul tarihi: 20.11.2020

Anahtar Kelimeler:

- *Arabid mosaic virus*,
- *Grapevine fleck virus*,
- *Grapevine Syrah virus-1*,
- RT-PCR,
- Tokat

Alıntı için: Kiliñç V, Topkaya Ş (2020). Tokat İli Bağ Alanlarında *Arabid mosaic virus*, *Grapevine fleck virus* ve *Grapevine Syrah virus-1* Etmenlerinin Varlığının Moleküler Olarak Belirlenmesi. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 466-474. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.019>

Molecular Identification of *Arabid mosaic virus*, *Grapevine fleck virus* and *Grapevine Syrah virus-1* in Grapevine Fields in Tokat Province

ABSTRACT

This study was carried out to detect viral factors that cause loss of yield in grapevine produced in Tokat province, where bond cultivation is very important. The existence of *Grapevine fleck virus* (GFkV), *Grapevine Syrah virus-1* (GSyV-1) and *Arabid mosaic virus* (ArMV) factors causing yield loss in 196 grapevine samples from Tokat districts were investigated by RT-PCR methods. As a result of testing the grapevine samples taken from Tokat province by RT-PCR method, expected levels of DNA amplifications were observed for ArMV (429 bp), GFkV (714 bp), GSyV-1 (611bp). As a result of RT-PCR analyses, ArMV (9.7%), GSyV-1 (6.6%), GFkV (0.5%) were determined respectively. While ArMV was mostly observed in Erbaa district, GFkV was observed only in Tokat center, and GSyV-1 was observed mostly in Pazar district, but not in Center and Erbaa.

RESEARCH ARTICLE

Received: 29.06.2020

Accepted: 20.11.2020

Keywords:

- *Arabid mosaic virus*,
- *Grapevine fleck virus*,
- *Grapevine Syrah virus-1*,
- RT-PCR,
- Tokat

To cite: Kiliñ V, Topkaya Ş (2020). Molecular Identification of *Arabid mosaic virus*, *Grapevine fleck virus* and *Grapevine Syrah virus-1* in Grapevine Fields in Tokat Province. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(2): 466-474.
<https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.019>

GİRİŞ

Dünya'da bağcılık için en elverişli iklime sahip olan ülkelerden biri Türkiye'dir. Tokat, İç Anadolu Bölgesi ve Doğu Karadeniz Bölgeleri arasında geçit iklim özelliği gösteren bir ilimizdir. Bağcılık Tokat için önemli tarım kollarından birisidir. Merkez, Zile, Erbaa, Pazar, Turhal ve Niksar ilçelerinde yaygındır. Tokat ilinde 74 369 da alandan 65 955 ton üretim yapılmaktadır (TUIK, 2018). Bağ alanlarında üzüm verimini ve kalitesini düşüren en önemli faktörler kültür bitkisinin hastalıkları ve zararlılarıdır. Bunlar arasında bağ alanlarında 4-5 yıl sonra gözle görülebilir belirti gösterdikleri ve üretim materyalleri yoluyla hızla yayılabildikleri için virüs hastalıklarının önemi ve yeri oldukça önemlidir (Özaslan 2001). Virüs hastalıkları üzümlerde ciddi verim kaybına yol açarlar. Asmalarda (*Vitis vinifera* L.), 60' dan fazla virüs hastalığı görülebilir. Bu nedenle çok yıllık bitki grupları içerisinde viral hastalığa en fazla sahip olan bitki grubunu oluştururlar. Dünyada virüs hastalıkları nedeniyle bağ alanlarındaki verim kayıpları %14-40 oranında olduğu tahmin edilmektedir (Martelli, 2014).

Türkiye'de en önemli asma virüslerinin Arabid mozaik virüsü (*Arabid mosaic virus* ArMV), Gövde çukurlaşması virüsü (*Rugose wood complex*), Asma A virüsü (*Grapevine A virus*-GVA), Asma yaprak kıvrılma virüsleri 1, 2, 3, 5, 6 ve 7 (*Grapevine leafroll virus* 1, 2, 3, 5, 6, 7), Asma yelpaze yaprak virüsü (*Grapevine fanleaf virus*-GFLV), Asma flek virüsü (*Grapevine fleck virus*-GFkV), Ahududu halkalı leke virüsü (*Raspberry ringspot virus*-RpRSV) ve Çilek latent halkalı leke virüsü (*Strawberry latent ringspot virus*-SLRSV) olduğu bildirilmektedir (Kepsutlu ve ark., 1962; Tekinel ve ark., 1972; Erdiller 1982; Azeri, 1983; Gürsoy ve ark., 1988; Gürsoy, 1991; Azeri ve Çiçek, 1995; Akbaş ve Erdiller, 1993; Özaslan ve Yılmaz, 1994; Yılmaz ve ark., 1997; Çağlayan ve Gazel, 1998;

Köklü, 1999; Köklü ve Baloğlu, 2000; Çığışar, 2002; Akbaş ve ark., 2007; Buzkan ve ark., 2010).

Virale etmenlerden dolayı bağlarda meydana gelen hastalıklar sonucunda salkımlarda şeker içeriğinin düşmesi, bitki ömrünün kısalması ve aşı tutma oranının düşmesinden dolayı ürünlerin pazar değerinde düşüşler olmaktadır (Özaslan ve ark., 1991).

Bağlarda önemli virüs hastalıklarından ArMV Comoviridae familyası *Nepovirus* cinsinden olup belirtileri; klorotik lekeler, yaprak ve sürgün deformasyonu, parlak sarı renk değişimleri, büyüme oranında azalma ve fazla ürün kayıpları (Martelli ve Boudon-Padieu, 2006) şeklindedir. ArMV ilk kez *Arabis hirsuta* bitkisinde bildirilmiştir. Hastalığın etmeni (*Xiphinema diversicaudatum*, *X. coxi*, *X. bakeri*) nematod vektörler ile, mekanik inokulasyon, aşılama ve tohum ile taşınmaktadır. Viral etmen bitkilerin birbirine teması ile taşınmamaktadır. Hastalık etmeninin ülkemizde olduğu bildirilmektedir (Akbaş, 1998; Kaya ve Erilmez, 2014; Akbaş ve Erdiller, 1993; Çığışar ve ark., 2002; Özaslan ve Yılmaz, 1995; Karadeniz, 2016).

GSyV-1, ilk kez 2009 yılında ABD de iki farklı araştırmacı grup tarafından geriye ölüm belirtileri gösteren Şiraz üzüm çeşitlerinde tanımlanmıştır. Tespit edilen bu yeni virüs 'Grapevine syrah virus-1' olarak adlandırılmış ve Tymoviridae familyası *Marafivirus* cinsi içine dahil edilmiştir (Al Rwahnih ve ark., 2009). Ülkemizde, Çağlayan ve ark. (2017), Palieri, Antep Karası ve Syrah asmalarına ait dormant sürgünlerde yaptıkları çalışmada *Grapevine pinot gris virus* (GPGV), *Grapevine rupestris stem pitting associated virus* (GRSPaV), *Grapevine syrah virus-1* (GSyV-1) ve *Grapevine virus A* (GVA) virüslerini RT-PCR ile varlıklarını tespit ettikleri çalışmada Antep Karası ve Syrah çeşitlerine ait iki örnekte GSyV-1 etmeni belirlenmiştir. GSyV-1 etmeninin bu çalışma ile Türkiye'deki varlığı ilk kez rapor edilmiştir.

GFkV, Tymoviridae familyasından *Maculavirus* cinsindedir. Virüs RNA'sı floemde bulunur (Boscia ve ark., 1991; Boulila ve ark., 1990). Etmen damarlarda renk açılması, yapraklarda şekil bozuklukları şeklinde belirtilere yol açar. Klorotik bozulmalar 3. ve 4. derece damarlar boyunca görülür ve bu şekilde diğer etmenlerden ayırt edilir. Etmenin yoğun olduğu durumlarda yapraklarda yukarı doğru bükülmeler, kıvrılma ve buruşma şeklinde belirtiler oluşur (Garau ve ark., 1997). GFkV etmeni 1981 yılında ilk olarak Macaristan'da olduğu bildirilmiştir (Lehoczky ve Farkas, 1981). Türkiye'de Martelli (1987)'nin yaptığı semptomatolojik gözlemlerde flek, mantarimsı odun, yaprak kıvrılma, kısa boğum hastalıklarının olduğu rapor edilmiştir.

Ülkemizde asmalarda çok sayıda çalışma yapılmış olup; Özaslan ve Yılmaz (1995) Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bağ alanlarında GLRaV, GFkV, GFLV ve ArMV virüslerini tespit etmişlerdir.

Kaya ve Erilmez (2014), 2007 ve 2010 yıllarında İzmir ve Manisa'da, 2009 ve 2010 yıllarında ise Çanakkale ve Denizli bağ alanlarındaki asma bitkilerinde DAS-ELISA testi sonucunda GFkV, GLRaV-1, -2, -3, -4, -9, GFLV ve ArMV virüslerini tespit etmişlerdir. PCR çalışmalarında, GLRaV-1, -2, -3, GFLV ve GFkV etmenlerine ait bantlar elde etmişlerdir.

Karadeniz (2018), Tokat ilinde yetiştiriciliği yapılan üzüm çeşitlerinde GFkV, GFLV, SLRSV, GVA, GLRaV-1 ve ArMV etmenlerinin varlığını serolojik olarak test etmiştir.

Bu çalışma ile Tokat Merkez ve ilçelerinde asmada hastalığa neden olan ArMV, GFkV ve GSyV-1 virüslerinin varlığı moleküler olarak araştırılmış olup sonraki yapılacak çalışmalara ve alınacak önlemlere karşı (virüsten ari sertifikalı anaç ve

kalemlerin kullanımı, nematodlarla taşınan virüslerin nematodları ile mücadele, virüslü bitkilerle temastan sonra kullanılan elbise, makas, bıçak gibi aletlerin dezenfekte edilmesi) zemin hazırlanması amaçlanmış ve bu çalışma ile Tokat ili bağ alanlarında serolojik olarak tespit edilmiş olan ArMV ve GFkV bu çalışmada daha güvenilir olan moleküler yöntemlerle tanısı yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmanın ana materyalini Tokat merkez ve ilçelerindeki bağ alanlarından (2018/52) no'lu BAP projesi kapsamında virüs belirtisi gösteren bitkilerden toplanan 196 asma örneği, virüslere spesifik primerler, moleküler analiz cihazları ve kimyasal maddeler oluşturmaktadır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan bitki sayıları ve alındıkları yerler

Table1. *Plant numbers used in the study and collected location*

YER	BİTKİ SAYISI
MERKEZ	47
ERBAA	48
NIKSAR	21
PAZAR	80
TOPLAM	196

Yöntem

Komplementer DNA (cDNA) sentezi

RNA izolasyonu yapılan örneklerden elde edilen RNA'lar kullanılarak tamamlayıcı DNA (cDNA) sentezi gerçekleştirilmiştir. cDNA sentezi yapılırken ependorf tüpler içerisinde 2 µl toplam RNA, 1µl random heksamer primer (5'-d(NNNNNN)-3'N = G, A, T veya C) (10µmol) ve 7 µl distile su ile karıştırılmıştır. Karışım 65°C'de 5 dakika inkübasyondan sonra buz üzerine alınmış ve 3 dakika buzda bekletilmiştir. Tüplerin içerisine 4 µl MMLV buffer (5X), 0.2 mM dNTP (25 mM), 0.5 µl random heksamer primer (10 µmol), 0.25 µl RNase inhibitör (10u µl⁻¹), 0,25 µl Reverse transkriptase (20-20u µl⁻¹) ve distile su bulunan karışımdan 10 µl ilave edilerek her bir tüp 20 µl'ye tamamlanmıştır. Tüpler daha sonra thermocycler cihazında 25°C'de 5 dakika, 42°C'de 60 dakika ve 72°C'de 10 dakika inkube edilerek cDNA sentezi gerçekleştirilmiştir.

RT-PCR Yöntemi

ArMV, GFkV ve GSyV-1 virüsleri için ilk aşamada elde edilen cDNA'lar kalıp olarak kullanılarak PCR işlemi yapılmıştır. PCR karışımı için; 5,4 µl d₂ H₂O, 2,5 µl 10X Taq Buffer (Fermantas), 0.5 µl dNTP (10 mM), 1,5 µl MgCl₂ (25 mM), virüse özgü 0,25 µl primer çifti (her biri 10 pmol µl⁻¹), 0,125 µl Taq-DNA polymerase (5u µl⁻¹) ve 2 µl cDNA olacak şekilde hazırlanmıştır.

Çizelge 2. Çalışmada virüslere spesifik olarak kullanılmış primerler ve baz dizilimleri
Table 2. *The specific primers used in the study and bases*

Hedef		Baz	
Virüs/Primer	Primer Dizilimi	Uzunluğu	Referans
GFkV-6351F	CTCTCCGCCTCGTCTGATGA		Naidu ve
GFkV-7064R	TCGGTTCATGACGAGGGAGT	714 bp	Mekuria 2010
ArMV-F	TTGGCCCAGATATAGCGTAAAAAT		MacKenzie ve
ArMV-R	CAGCGGATTGGGAGTTCGT	519 bp	ark., 1997
GSyV-1-F	TGTCGACGCTCCAATGTCTGA		Mekuria ve
GSyV-1-R	CATTGCTGCGCTTTGGAGGCTTTA	611bp	Naidu 2010

ArMV ve GFkV için PCR döngüleri aynı olup; 94°C 2 dk ön denatürasyon işleminin ardından 94°C'de 30 saniye, 50°C'de 45 saniye ve 72°C'de 60 saniye olacak şekilde 35 döngüyü takiben 72°C'de 5 dakika bekletilerek amplifikasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

GSyV-1 için ise; 94°C'de 5 dakika ön denatürasyondan sonra 35 döngü 94°C 'de 45 saniye, 56°C 'de 45 saniye, 72°C'de 45 saniye ve son olarak 72°C'de 7 dakika bekletilerek amplifikasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

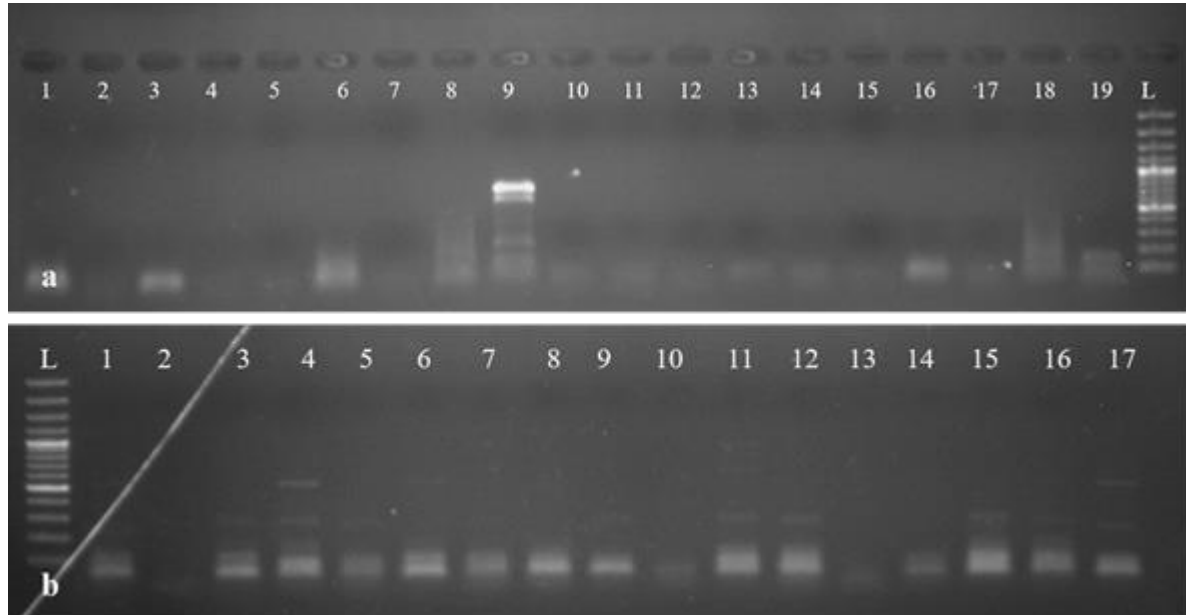
Agaroz Jel Elektroforez Çalışmaları

Virüslere spesifik primerlerle yapılan PCR sonucunda elde edilen PCR ürünleri %1.2 oranında hazırlanan, içerisinde 10 mg ml⁻¹ ethidium bromide bulunan agaroz jelde 100 V'da 1 saat elektroforez işlemine tabi tutulmuştur. Elektroforez işlemi sonunda görüntüleme cihazında görüntüleme işlemi yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tokat merkez ve ilçelerindeki bağ alanlarından (2018/52) no'lu BAP projesi kapsamında virüs belirtisi gösteren bitkilerden toplanan 196 asma örneğinden RNA izolasyonu yapılmış ve RT-PCR yöntemi ile, ArMV, GFkV ve GSyV-1 virüslerinin varlığı tespit edilmiştir.

Çalışma kapsamında Tokat ili merkez ve ilçelerindeki bağ alanlarında ki virüslerin belirlenmesi için yapılan RT-PCR'a ait sonuçlar Resim 1 ve Çizelge 3'te verilmiştir. Tokat Merkez'den alınan 47 örnekten 1 tanesinin (%2.1) GFkV ve 3 tanesinin (6.3) ArMV ile enfekteli olduğu tespit edilmiş olup Merkez'den alınan örneklerde GSyV-1 etmeni ile enfekteli asmaya rastlanmamıştır (Resim 1a). Erbaa ilçesinden alınmış olan 48 örnekten 8 tanesinin (%16.6) ArMV ile enfekteli olduğu tespit edilmiş olup, GFkV ve GSyV-1 etmenleri ile enfekteli bitkiye rastlanmamıştır. Niksar ilçesinde alınan 21 örnekten 3 tanesinin (%14.2) ArMV, 5 tanesinin (%23.8) GSyV-1 ile enfekteli olduğu tespit edilirken GFkV etmeni ile enfekteli bitkiye rastlanılmamıştır (Resim 1b). Pazar ilçesinden alınmış 80 örnekten 4 tanesinin (%5) ArMV, 8 tanesinin (%10) GSyV-1 ile enfekteli olduğu tespit edilmiş olup GFkV etmeni ile enfekteli bitkiye rastlanmamıştır (Çizelge 3).



Şekil 1. Bazı PCR testlerinin jel görüntüleri. (a) GFkV ile enfekteli Tokat Merkez izolatına ait jel görüntüsü. L:ladder; 9: GFkV pozitif örnek; 1-8,10-19: Negatif örnekler. (b) GSyV-1 ile enfekteli izolatlarla ait jel görüntüsü. 4,6,17: GSyV-1 pozitif örnekler
Figure 1. Gel images of some RT-PCR tests. (a) Gel image of Tokat Merkez isolate infected with GFkV. L: Ladder; 9: GFkV pozitive sample; 1-8,10-19: Negative samples. (b) Gel image of isolates infected with GSyV-1. 4,6,17: GSyV-1 pozitive samples.

Çizelge 3. İlçelere göre test edilen virüslerin dağılımı
Table 3. Range tested of viruses according to districts

YER	ArMV	GFkV	GSyV-1	Pozitif Örnek Sayısı	Negatif Örnek Sayısı
MERKEZ	3	1	-	4	43
ERBAA	8	-	-	8	40
NİKSAR	3	-	5	8	13
PAZAR	4	-	8	12	68
TOPLAM	18	1	13	-	-
%	%9.2	%0.5	%6.6		

Tokat merkez ve ilçelerinden alınmış 196 örnek ArMV, GFkV ve GSyV-1 RT-PCR yöntemleri ile test edilmiştir. RT-PCR testleri sonucunda, sırası ile ArMV (%9.2), GSyV-1 (%6.6), GFkV (%0.5) tespit edilmiştir. ArMV Merkez ve tüm ilçelerde, GSyV-1 Niksar ve Pazar ilçelerinde GFkV ise sadece Merkezde saptanmıştır. Çalışma sonucunda en çok görülen virüs etmeni ArMV iken en az saptanan ise GFkV olmuştur. Bu çalışma ile Tokat ilinde GSyV-1'nin varlığı ilk kez moleküler yöntemlerle tanılması yapılmıştır. Tokat ili Tokat merkez ve ilçelerinde bağ alanlarında ArMV, GFkV ve GSyV-1 etmenlerinin varlığına yönelik yapılan bu çalışmada %9.2 oranla en fazla bulunan virüs ArMv olarak belirlenmiştir. Ülkemizde ArMV ile yapılan çalışmalara baktığımızda, Özaslan ve Yılmaz (1994) Güneydoğu Anadolu bölgesinde bağ alanlarından alınan örneklerde yaptıkları ELISA testleri ve biyolojik indeksleme çalışmaları sonucunda ArMV virüsünü tespit ettiklerini rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Kaya ve Erilmez (2014) İzmir ve Manisa illerinde bağ alanlarda ki virüsleri belirlemek amacıyla yaptıkları serolojik testler sonucunda İzmir'de %7.79 ve Manisa'da %2.16 ArMV enfeksiyonu olduğunu rapor etmişlerdir. ArMv asmalar yanında zeytinde ve gülde de enfeksiyon yapmaktadır. Hatay ili zeytinliklerinde ArMV enfeksiyonları belirlenmiştir

(Çağlayan ve ark., 2004). Erilmez ve Erkan (2014) 2009 ve 2010 yılları arasında Aydın, Balıkesir ve İzmir illerinde zeytin yetiştiriciliği yapılan üretim alanlarında DAS-ELISA sonuçlarına göre; %12.80 oranında ArMV olduğunu bildirmişlerdir. Isparta ili yağlık gül plantasyolarından alınan örneklerde DAS-ELISA testi sonucunda %51.8 oranında ArMV'e rastlanmıştır (Yardımcı ve Culal, 2009).

Çalışmamızda %6.6 oranında GSyV-1 etmenine rastlanmıştır. GSyV-1 son yıllarda syrah üzüm çeşitlerinde geriye ölüm ile ilişkilendirilen yeni bir virüs olarak rapor edilmiştir (Al Rwahnih et al., 2009). Ülkemizde GSyV-1 etmeninin varlığı ilk olarak Çağlayan ve ark. (2017) tarafından Antep Karası ve Syrah çeşitlerinde bildirilmiştir. Daha sonra Serçe Ulubaş (2018) tarafından yapılan çalışmada Türkiye bağlarında %5.17 oranında GSyV-1 varlığı rapor edilmiştir. Ülkemizde GSyV-1 ile ilgili az sayıda çalışma yapılmış olup Tokat ilinde virüsün varlığı ilk kez çalışmamızda tespit edilmiştir. Virüs Niksar ve Pazar ilçelerinde bağ alanlarında %6.6 oranında bulunmuştur. Son yıllarda Tokat ilinde bağcılığa rağbet artmış olup yeni bağ tesislerinin oranı yıldan yıla artmaktadır. Bağlarda GSyV-1 yeni tanılanan bir etmen olması dolayısıyla etmenin teşhisi yapılmamakta ve yeni üretim materyali çeliklerle etmen yeni alanlara da bulaşmaktadır.

Çalışmamızda en düşük oranda GFkV (%0.5) etmenine rastlanmıştır. Ülkemizde GFkV ile yapılan çalışmalara baktığımızda, Manisa (185 örnek), İzmir (154 örnek), Çanakkale (22 örnek) ve Denizli (19 örnek) illerinde bağ alanlarda ilkbahar döneminde alınan örnekler sırasıyla %3.78, %1.94, %19, %15.8 oranında GFkV ile enfekteli bulunmuştur (Kaya ve Erilmez, 2014). Köklü ve ark. (1998) Trakya bölgesi bağlarında Fleck virüsünün varlığını bildirmişlerdir. Çığsar ve ark. (2002), Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde (Adıyaman, Diyarbakır, Mardin, Şanlıurfa, Elazığ) ve İç Anadolu Bölgesinde (Nevşehir) virüs ve virüs-benzeri hastalıkları belirlemek amacıyla survey çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Çalışma kapsamında 535 örneğin 296'sının (%55.3) 1 veya birden fazla virüs ile enfekteli olduğunu bildirmişlerdir. Test ettikleri örneklerin %7.1'inde GFkV ve %1'den daha düşük oranlarda da ArMV etmenlerinin varlığını rapor etmişlerdir.

Tokat ilinde daha önce serolojik olarak (DAS-ELISA) yapılan çalışmalarda toplanan örneklerde (298 örnek) %5.7 ArMV ve % 0.7 GFkV oranlarında viral etmenlerin varlığı tespit edilmiştir (Karadeniz ve ark., 2018). Moleküler olarak yaptığımız bu çalışmada da ArMV ve GFkV için benzer sonuçlar elde edilirken GSyV çalışmamız ile Tokat ilinde ilk defa belirlenmiştir.

SONUÇ

Dünyada pek çok kültür bitkisinde bulunan ve önemli ölçüde ürün kayıplarına sebep olan virüsler ile doğrudan mücadele yöntemi, bitkilerde zarara neden olan diğer etmenlerin aksine bulunmamaktadır. Zararları da nicel ve nitel olarak senelik veya çok senelik bitkilerin ürünlerine yansır. Asma bitkisi gibi çok yıllık kültür bitkilerinde bu zarar her yıl devam ederek gideceğinden dikimden 10-20 yıl sonra bile kendisini gösterir. Türkiye'de bağcılık tarımsal bir iş kolu olarak önem arz etmekte ve bitkisel üretimde önemli bir paya sahiptir. Üzüm üretiminin yanı sıra taze ve salamuralık asma yaprağına olan talep giderek artmaktadır. Asma yaprakları Tokat Merkez, Erbaa ve Niksar ilçelerinde salamuralık yapılarında kullanılmakta ve bu bölgedeki insanların önemli gelir kaynağını oluşturmaktadır. Söz konusu virüsler

meyvede oluşturduğu zararların yanı sıra asma yapraklarında deformasyonlara ve yaprak kalitesinin düşmesine neden olmaktadır.

Bu nedenle virüs hastalıkları ile mücadele, bulaşma ve yayılmayı önleyici tedbirlere dayanmaktadır. Dayanıklı çeşit kullanmak en etkili yöntemdir. Bağ tesisleri yapımında sertifikalı ve virüsten ari çeliklerin kullanılmasına özen gösterilmelidir. Üreticiler sertifikalı asma fidanı kullanma konusunda bilinçlendirilmelidir.

Vektörler ile yayılan virüs türlerine karşı vektör popülasyonunu düşürücü önlemler alınmalıdır. ArMV etmeni nematod vektörler ile (*Xiphinema diversicaudatum*, *X. coxi*, *X. bakeri*) taşındıkları için bu nematodların bölgede varlığı araştırılmalı ve mücadelesi yapılmalıdır. Dolayısıyla virüslerin yayılmasını önlemede en etkili yöntemlerden birisi de vektörlerle mücadelenin iyi yapılmasıdır. Ayrıca yabancı otlar, virüslerin kültür bitkileri dışında çoğalması ve barınması için alternatif konukçulardır. Tarım alanlarında iyi bir yabancı ot kontrolü virüs hastalıkları ile mücadele için önemlidir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar olarak, çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve makale olarak yazılması konusunda herhangi bir çıkar çatışması içerisinde olmadığımızı beyan ederiz.

YAZAR KATKISI

Vildan Kiliñç: Makalenin laboratuvar çalışmalarında ve yazım aşamasında,
Şerife Topkaya: Makalenin planlanmasında, laboratuvar çalışmalarında ve yazım aşamasında katkı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Akbaş B and Erdiller G (1993). Researches on grapevine virus diseases and determination of their incidences in Ankara. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 22 (2-3): 55-64.
- Akbaş B (1998). *Karaman, Konya ve Nevşehir ili bağ alanlarında görülen virüs hastalıkları*. Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 21-25 Eylül 1998, s.149-157, Ankara.
- Akbaş B, Kunter B and İlhan D (2007). Occurrence and distribution of Grapevine Leafroll Associated Viruses 1,2,3, and 7 in Turkey. *J. Phytopathol.* 155: 122-124.
- Al Rwahnih M, Daubert S, Golino DA and Rowhani A (2009). Deep sequencing analysis of rnas from a grapevine showing Syrah Decline symptoms reveals a multiple virus infection that included a novel virus. *Virology*, 387(2):395-401.
- Azeri T (1983). Ülkemiz bağcılığında virus sorunu ve virüssüz bağ üretim programı. Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, *Yıllık*, 1(1) : 61-69.
- Azeri T ve Çiçek Y (1995). *İntrodüksiyon ve klon seleksiyonuyla elde edilmiş bazı bağ çeşitleri ve anaçlarındaki virus ve virus benzeri hastalıkların saptanmasına yönelik araştırmalar*. VII. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, Bildiriler, s. 374-377, Adana.
- Boscia D, Elicio V, Savino V and Martelli, GP (1995). Production of monoclonal antibodies to grapevine fleck virus. *Plant Pathology*, 44: 160-163.
- Boulila M, Boscia D, Di Terlizzi B, Castellano MA, Minafra A, Savino V and Martelli GP (1990). Some properties of a phloem-limited non mechanically-transmissible grapevine virus. *Journal of Phytopathology*, 129: 151-158.
- Buzkan N, Karadağ S, Öztekin V, Kaya A, Minafra A and Ben-Dov Y (2010). First report of the occurrence of Grapevine Leafroll Associated Virus-5 in Turkish vineyards. *J. Phytopathol*, 158: 448-449.
- Çağlayan K, Gazel M, Kocabağ HD (2017). First report of Grapevine syrah virus 1 in grapevine in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 99 (1), 303.
- Çağlayan K, Fidan Ü, Tarla G ve Gazel M (2004). First report of Olive Viruses In Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 89 (1): 89-90.

- Çağlayan K ve Gazel MH (1998). *Asma virüslerinin saptanmasında F (Ab) 2 Antibadi fragmentlerinin kullanımı*. Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi, 21-25 Eylül, Ankara. 158-161.
- Çığsar İ (2002). *Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Nevşehir ilinde bağlarda zararlı virüs ve virüs benzeri hastalıkların biyolojik ve serolojik yöntemlerle saptanması ve iki yeni nepovirüsün karakterizasyonu*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana.
- Çığsar I, Digiario M and Martelli GP (2002). Sanitary status of grapevines in south-eastern and central Anatolia (Turkey). *EPPO Bulletin*, 32 (3): 471-475.
- Erdiller G (1982). Kısaboğum hastalığı etmeni (*Grapevine Fan Leaf Virus* Hewitt)'nin morfolojik, serolojik özellikleri ve standart ırklarla karşılaştırılması üzerinde araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 834, s.58*.
- Gürsoy YZ (1991). *Asma yaprak kıvrılma virüsü (Grapevine Leafroll Virus Tip I ve III)'nun bazı üzüm çeşitlerinde ELISA ile saptanması*. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 7-11 Ekim 1991, İzmir, 397-400.
- Gürsoy YZ, Yorgancı Ü ve Erkan S (1988). *Horozköy ve çevresindeki bağlarda görülen virüs hastalıkları üzerinde ön çalışmalar*. III. Bağcılık ve Şarapcılık Sempozyumu, Bildiri Özetleri, 1988, Bursa.
- Karadeniz H, Yağcı A, Topkaya Ş, Yanar Y (2018). Tokat ili ve ilçelerinde bazı bağ virüs hastalıklarının serolojik yöntemlerle belirlenmesi. *Bitki Koruma Bülteni*, 58 (2): 103-110.
- Kaya A, Erilmez S (2014). Detection of viruses in Aegean Region grapevines. *Journal of Turkish Phytopathology*, 43 (1-3): 45-57.
- Kepsutlu İ, Özekmekçi E, Özek B ve Uğur A (1962). Ege bağcılığında Bulaşık Soysuzlaşma (Kısaboğum) üzerinde çalışmalar. *Tarım Bakanlığı Mesleki Kitaplar Serisi, D/35*.
- Köklü G (1999). Trakya Bölgesi bağlarında asma yaprak kıvrılma hastalığının karakterizasyonu ve surveyi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, s. 142, Adana.
- Köklü G and Baloğlu S (2000). Determination of incidence of Grapevine Leafroll Associated Viruses in some grapevine varieties grown in Thrace Region. *The Journal of Turkish Phytopathology*, 29(2-3): 85-94.
- Martelli GP (1987). Virus and virus-like diseases of grapevine in Turkey. *A report to the Government of Turkey*. Published by FAO: 32, Rome.
- Martelli GP, Boudon-Padiou E (2006). Directory of infectious diseases of grapevines and viroses and virus-like diseases of the grapevine: *Bibliographic report 1998-2004*, Chiam.
- Martelli GP (2014). Directory of virus and virus-like diseases of the Grapevine and their agents. *Journal of Plant Pathology*, 96 (1S): 1-134.
- Mekuria TA, Naidu RA (2010). First report of grapevine virus sequences highly similar to Grapevine Syrah virus-1 from Washington vineyards. *Plant Disease*, 94 (6):787. doi: 10.1094/PDIS-94-6-0787B. PMID: 30754335.
- Naidu RA and Mekuria TA (2010). First report of Grapevine fleck virus from Washington vineyards. *Plant Disease*, 94 (6): 784. doi: 10.1094/PDIS-94-6-0784A. PMID: 30754320.
- Özaslan M (2001). Bağlara zarar veren virüs hastalıklarının moleküler tanı ve yöntemleriyle saptanması üzerine araştırmalar. Proje No: (TOGTAK 1557), TÜBİTAK, Gaziantep.
- Özaslan M, Baloğlu S ve Yılmaz MA (1991). *Kahramanmaraş Bölgesinde lokal olarak yetiştirilen üzüm çeşitlerinde virüs hastalıkları*. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, Bildiriler, 401-406.
- Özaslan M and Yılmaz MA (1994). *Virus diseases of grapevine in Southeastern Anatolian Region in Türkiye*. 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, , p.425-427 Kuşadası-Aydın, Turkey.
- Özaslan M ve Yılmaz MA (1995). *Adana, Tarsus, Şanlıurfa ve Adıyaman bölgelerinde yetiştirilen bağlara zarar veren virüs hastalıkları*. Türkiye VII. Fitopatoloji Kongresi, p. 306-312, Adana,
- Tekin N, Dolar MS, Nas Z, Bilgin N, Salih H ve Salcan Y (1972). Akdeniz Bölgesi bağlarında Bulaşık Soysuzlaşma (Fanleaf)'nın araştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 11 (4): 225-246.
- TÜİK (2018). Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://www.tuik.gov.tr>.
- Yardımcı N and Cural H (2009). Occurrence and incidence of PNRSV, ArMV and ApMV in oil rose in lakes region of Turkey. *New Zealand Journal of Crop And Horticultural Science* 37 (2): 95-98.
- Yılmaz MA, Yurtmen Mİ, Çığsar İ and Özaslan M (1997). *A Survey of grapevine viruses in Turkey*. 12th Meeting of the ICVG. Extended Abstracts, 113, Lisbon, Portugal.



Erratum/Düzeltilme Yazısı “Manisa İli Salihli İlçesindeki Tüketicilerin Tıbbi Aromatik Bitki Tüketim Faktörlerinin Değerlendirilmesi (Adaçayı Örneği)” [Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1): 63-73]

Rüveyda YÜZBAŞIOĞLU^{1a} Esra KAPLAN^{1a*}

^aTarım Ekonomisi Bölümü, Ziraat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, 60250, Tokat-TÜRKİYE

(*) Sorumlu yazar, esra.gurel@gop.edu.tr; Tel: +90-356-2521616

DÜZELTME:

Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER) derginin birinci cildinin birinci sayısında yer alan “YÜZBAŞIOĞLU R, KAPLAN E (2020). Manisa İli Salihli İlçesindeki Tüketicilerin Tıbbi Aromatik Bitki Tüketim Faktörlerinin Değerlendirilmesi (Adaçayı Örneği). *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 1(1): 63-73.” referanslı makalede yazarlar tarafından SONUÇ bölümünde basım hatası olduğu ifade edilmiştir. Yapılan hatadan dolayı hem dergi yönetimi olarak hem de yazarlar olarak okuyuculardan özür diliyoruz.

İlgili makalede yer alan ve hatalı olan SONUÇ bölümünün düzeltilmesi aşağıya sunulmuştur.

SONUÇ

Türkiye’de son zamanlarda üretimine önem verdiği ve tarihi boyunca çeşitli nedenlerden dolayı tıbbi ve aromatik bitki tüketimi söz konusudur. Türkiye’nin ve bölgenin önemli üretimini yaptığı ve bölgenin büyük bir çoğunluğunun üretimini tek başına yapan Salihli ilçesindeki tüketicilerin adaçayı tüketim durumu ve tüketimini etkileyen bazı faktörler belirlenmek istenmiştir.

Tüketicilerin tüketme eğilimlerinden birisi olarak da tedavi amaçlı tüketimde söz konusudur. Tüketicilerin adaçayı bitkisini hasat vaktine dikkat etme ile tüketimi arasında istatistiki olarak pozitif bir ilişki olduğu yapılan analiz sonucunda ortaya konulmuştur. Yani tüketicilerin satın alınan ürünün hasat vaktine dikkat etme ile tüketim eğiliminin arttığı bu araştırma sonucu olarak söylenebilir. Tüketicilerin adaçayı tercih etmelerindeki en büyük etmen olarak tat olduğu gözlenmiştir. Tüketicilerin gelir ve eğitim durumunun pozitif olarak tüketimi etkilediği ancak istatistiki olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir Dolayısıyla, tüketicilerin artık sağlık, tat, alışkanlık gibi ihtiyaçlarının daha ön planda tutulmasının bir sonucu olduğu söylenebilir. Adaçayı üretiminde bulunan işletmelerin üretim sırasında tat ve kokuya dikkat etmeleri yanı sıra üretilen ürünün sağlıklı koşullarda üreterek bilinçli tüketim potansiyeli olan tüketicilerin talebini artırmış olurlar.

Adaçayı bitkisinin özellikle dış ticarete önemli bir yere sahip olmasından kaynaklı bu bitkinin standartlara uygun bir şekilde üretim ve pazarlama politikalarının geliştirilmesi, yayım çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda daha kaliteli ve ekonomik değeri yüksek olan ürünlerin yetiştirilebilmesine imkan sağlanmış olacaktır. Sonuç olarak ta hem üretici en fazla karı elde etmiş olacak hem de tüketici daha sağlıklı ve kaliteli ürün kullanmış ve tüketmiş olacaktır.